14 · Marsh

7

from the author

Prevost Binoculaire

1843

DISSERTATION

PRÉSENTÉE A LA

FACULTÉ DES SCIENCES DE GENÈVE,

PAR

ALEXANDRE P. PREVOST.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

La Faculté des Sciences autorise l'impression de la présente dissertation ; sans entendre énoncer aucune opinion sur les propositions qui y sont renfermées.

Genève, le 21 *janvier* 1843. A. PASCALIS, *Doyen.*

ESSAI SUR LA THÉORIE

DE LA

VISION BINOCULAIRE,

PAR

ALEXANDRE P. PREVOST.

Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 15 Décembre 1842.

GENÈVE,

IMPRIMERIE DE FERD. RAMBOZ, RUE DE L'HOTEL-DE-VILLE, 78.

1843.

ESSAI

SUR LA

THÉORIE DE LA VISION BINOCULAIRE.

Peu de sujets scientifiques ont été l'objet d'autant de travaux que les phénomènes de la vision. L'étude de ces phénomènes appartient à la physiologie, à la physique et à la psychologie; et les auteurs qui se sont occupés de ces différentes sciences, ont presque tous consacré quelques pages à la théorie de la vision. Cependant, ce sujet est bien loin d'être épuisé; il me semble, en particulier, que la théorie de la vision binoculaire, qui admet des points correspondants sur les deux rétines, mérite d'être examinée de nouveau, en vue surtout de quelques objections qu'on lui a faites récemment et qu'il n'est peut-être pas impossible de réfuter. Tel est le but de ce travail, que je divise en deux parties :

Dans la première, je commence par exposer la théorie des points correspondants. Je développe ensuite certaines conséquences qui découlent de cette théorie; en particulier, je m'efforce de déterminer le lieu géométrique des points de l'espace qui, vus des deux yeux, paraissent simples. Enfin, je m'applique à montrer que les résultats fournis par l'observation sont d'accord avec ceux auxquels on est conduit par le raisonnement; ce qui justifie la théorie dont je suis parti.

Dans la seconde partie, je cherche à réfuter trois objections principales qu'on a faites à cette théorie, et j'entre dans quelques détails sur divers phénomènes de la vision.

PREMIÈRE PARTIE.

SECTION I.

De l'existence de points correspondants sur les deux rétines.

§ 1.

Il ne me paraît pas nécessaire d'entreprendre la description anatomique de l'œil, ni de rappeler les lois qui président à la formation des images sur la rétine. Ces connaissances sont familières à tous ceux qui se sont occupés d'optique, et nombre d'ouvrages peuvent être consultés sur cette matière (1). Je laisse également de côté la détermination de l'endroit auquel nous rapportons les objets extérieurs dont l'image est offerte aux deux yeux, et je ne dis rien non plus de la grandeur et de la forme apparente de ces objets (2). Je me bornerai à rappeler quelques faits sur la vision simple avec les deux yeux, et à exposer certaines apparences visuelles qui peuvent conduire à faire admettre l'existence de points correspondants sur les deux rétines.

Quelques auteurs ont cru pouvoir expliquer très-aisément le fait de la vision simple avec les deux yeux, en admettant que l'on ne voit jamais avec les deux yeux à la fois, mais seulement avec un œil. Gassendi (3), Leclerc (4), Gall (5), Neumann (6), etc., ont émis cette opinion. L'observation montre qu'il existe certainement quelques personnes qui ont les yeux fort inégaux et qui

(1) Voyez en particulier la *Dissertation sur la théorie de la vision*, par G. Maurice (Genève, 1823). Cette dissertation se distingue par l'ordre et la clarté qui règnent dans tous les écrits du savant professeur.

(2) G. Maurice, *Apparences visibles*, dans les *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat.* de Genève, t. 3, part. 1, p. 81.

(3) Gassendus, *Opera;* Lugduni, 1568, t. 2, p. 395.

(4) Séb. Leclerc, *Système de la vision*. Paris, 1712, art. 1.

(5) Gall et Spürzheim, *Système nerveux*, Paris, 1810, t. 1, p. 190.

(6) Neumann, *Bibl. Univ. de Genève*, 1832. Sc. et Arts, t. 51, p. 122. *Zeitschrift für Physik.*, t. 1. cah. 1.

souvent ne s'en doutent pas elles-mêmes; peut-être ces personnes voient-elles presque uniquement avec un œil. Mais ce sont des cas exceptionnels; et, quoiqu'il arrive souvent que l'un des yeux, ordinairement le droit, soit un peu plus fort que l'autre, il est aisé de prouver par une expérience bien connue que nous voyons les objets avec les deux yeux. Tenez deux doigts verticalement et à une petite distance l'un devant l'autre; si vous fixez l'un des doigts, l'autre paraîtra double, et en fermant successivement l'un et l'autre œil, vous pourrez vous assurer que l'une des apparences doubles appartient à l'œil droit, et l'autre à l'œil gauche.

Cette expérience prouve qu'un objet paraît simple, lorsque les images qu'il envoie aux yeux tombent sur certaines parties des deux rétines; tandis qu'un autre objet parfaitement semblable paraît double, lorsque les images qu'il envoie, tombent dans chaque œil sur d'autres parties des rétines. Cherchons quelles sont les parties de chaque rétine qui, lorsqu'elles sont affectées en même temps par l'image d'un même objet, font percevoir à l'âme une sensation unique, et quelles sont celles qui, dans le même cas, font percevoir à l'âme l'apparence de deux objets.

§ 2.

Dans certaines circonstances particulières, on peut produire une sensation de lumière, sans l'intermédiaire d'aucun objet lumineux. Tout le monde connaît ces cercles brillants qui apparaissent quand on appuie dans l'obscurité sur le globe de l'œil, de manière à faire une impression sur la rétine. Ces cercles lumineux semblent toujours situés, par rapport à l'œil, dans un endroit diamétralement opposé à celui où l'on exerce la pression. Si l'on appuie sur les deux yeux en même temps, on voit ordinairement deux cercles lumineux; mais il n'en est pas toujours ainsi, et il arrive, dans certains cas, que les deux cercles paraissent se superposer mutuellement, et que l'on n'en voit plus qu'un. C'est ce qui doit avoir lieu, quand on presse sur celles des parties des deux rétines qui, affectées en même temps, ont la propriété de transmettre à l'âme une sensation unique (1).

(1) J. Müller, *Physiologie*, Coblenz, 1840, t. 2, p. 377.

Supposons que l'on presse en même temps, avec la tête d'une épingle, par exemple, sur l'œil droit, un peu au-dessus de la commissure externe des paupières, et sur l'œil gauche, un peu au-dessus de la caroncule; on apercevra un seul cercle lumineux qui semblera situé à gauche et en bas. On verrait un cercle lumineux unique à droite, si l'on exerçait une pression en même temps sur la partie gauche du globe de chaque œil. Lorsqu'on appuie sur le milieu de chacune des paupières inférieures, on voit un seul cercle qui paraît placé en haut, vers le milieu du champ de la vision; enfin, lorsqu'on appuie sur le milieu de chaque paupière supérieure, on aperçoit le cercle en bas. Ces observations sont faciles à vérifier, mais il faut avoir soin d'exercer la pression sur le globe de chaque œil, assez en arrière pour que les deux rétines soient affectées; on peut aussi varier ces expériences, en prenant des positions intermédiaires à celles que nous avons indiquées.

Imaginons les deux rétines placées l'une en dedans de l'autre, de telle sorte que les milieux se trouvent l'un sur l'autre, et que les points situés, dans chaque rétine, sur le plan des axes optiques à égale distance et du même côté du milieu, coïncident deux à deux. Dans ce cas, les parties semblablement situées sur l'une et l'autre rétine, seront superposées. Ce que nous venons de dire sur les cercles lumineux produits par la pression, montre que l'on perçoit une sensation unique, lorsque deux parties semblablement placées sur l'une et l'autre rétine sont affectées en même temps.

Deux points situés, l'un sur la rétine droite et l'autre sur la rétine gauche, et tels que, recevant des rayons d'un même point lumineux, ils transmettent à l'âme une sensation unique, ont reçu le nom de *points correspondants* sur les deux rétines (1). De ce qui précède, il résulte que deux points correspondants sont semblablement placés sur les deux rétines, et doivent coïncider dans l'hypothèse d'une superposition des rétines, pareille à celle dont nous avons parlé. On nomme *points non correspondants,* deux points situés, l'un sur la rétine droite et l'autre sur la rétine gauche, et tels qu'affectés en même temps, ils transmettent toujours à l'âme une sensation double. Deux

(1) Alhazen, auteur arabe du XIIe siècle, est le premier, à ma connaissance, qui fasse mention de points correspondants sur les deux rétines. Voyez son *Thesaurus opticæ,* lib. I, § 27, et lib. III, § 9. Voyez aussi Vitellio, *Optica* lib. III, § 28.

points non correspondants ne coïncideraient pas dans l'hypothèse de la superposition des rétines.

Nous appellerons *parties correspondantes* sur les deux rétines, deux surfaces prises l'une sur la rétine droite et l'autre sur la rétine gauche, et formées par la réunion d'un certain nombre de points correspondants. Il s'ensuit que deux parties correspondantes coïncideraient, si l'on superposait les deux rétines auxquelles elles appartiennent. De même *deux parties non correspondantes* sur les deux rétines, seront deux surfaces prises sur ces rétines et formées par la réunion d'un certain nombre de points non correspondants.

§ 3.

Si l'on tient un œil fermé, un point placé sur l'axe optique de l'autre œil paraîtra situé dans le milieu du champ de la vision ; et cela doit être, puisque les rayons lumineux qui arrivent de ce point à l'œil, affectent le centre de la rétine. Mais où verra-t-on les points placés sur les axes optiques, lorsqu'on regarde avec les deux yeux? Ces points paraîtront encore tous situés au milieu du champ de la vision binoculaire ; c'est ce que démontre l'expérience suivante.

Fixons avec les deux yeux un point *A* (fig. 1, pl. 1) les lignes *A B* et *A C*, représenteront les axes optiques. Tendons deux fils attachés en *A*, de manière à ce que prolongés, ils pénétrassent chacun dans l'une des cornées un peu au-dessous du milieu de chacun de ces organes. Chaque œil séparément verra le fil, placé de cette façon très-peu au-dessous de l'axe optique, sensiblement au milieu du champ de la vision et sous forme d'un cône très-allongé, dont le sommet serait en *A* (1). Regardons maintenant avec les deux yeux à la fois, et nous verrons les deux apparences coïncider à peu près au milieu du champ de la vision. Si l'on s'arrange de manière à placer les fils exactement sur les axes optiques, chaque œil séparément verra celui placé dans son axe, sous la forme d'un cercle, d'une couleur de plus en plus pâle à mesure qu'on s'éloigne du centre (2). Dans ce cas-là, en regardant avec les deux yeux, on verra une ap-

(1) *De la cause qui dispose l'œil pour voir distinctement*, par J. Mile, dans le *Journal de Physiologie* de Magendie, t. 6, p. 180.

(2) *Ibid.*

parence parfaitement semblable, située exactement au milieu du champ de la vision (1).

Ceci montre que, dans la vision binoculaire, l'esprit conçoit les impressions reçues sur les deux rétines, de la même manière que si ces organes étaient véritablement superposés, comme l'indique la figure 1 (A', pl. 1); ou en d'autres termes, l'esprit conçoit ces impressions, comme si les points correspondants sur les deux rétines coïncidaient deux à deux (2). Le fait suivant observé par Reid, vient encore confirmer cette supposition. L'expérience démontre (3) que quand un objet est vu double, la distance entre les deux apparences de cet objet est proportionnelle à la distance qui existe entre la partie de la rétine qui reçoit l'image dans un œil, et la partie de cette même rétine correspondante à celle qui reçoit l'image dans l'autre. On sait que la distance apparente entre deux objets vus d'un seul œil, est proportionnelle à l'arc de la rétine qui est entre leurs images; de la même manière lorsqu'un objet est vu double avec les deux yeux, la distance entre les deux apparences est proportionnelle à l'arc qui est entre l'image produite sur une rétine, et la partie de cette même rétine correspondante à celle où l'image est tracée sur l'autre.

§ 4.

Ce qui précède nous conduit à admettre qu'un objet paraîtra simple, toutes les fois qu'il affectera sur les rétines deux parties correspondantes. Maintenant, si un objet affecte sur l'une des rétines une partie correspondante à celle qu'affecte sur l'autre rétine un objet parfaitement semblable, ces deux objets paraîtront coïncider et l'on ne percevra qu'une sensation unique. Les cercles lumineux produits par la pression (§ 2) et l'expérience des deux

(1) Nous ne parlons point des deux apparences visuelles causées par l'image que produit dans chaque œil, le fil placé dans l'axe optique de l'autre. Ces apparences sont étrangères à l'expérience dont nous nous occupons; et l'on peut les faire disparaître en plaçant une feuille de papier, ou quelque autre objet, verticalement entre les deux fils, de manière à dérober à chaque œil la vue du fil placé dans l'axe optique de l'autre.

(2) J. Müller, *Physiologie*, Coblenz, 1840, t. 2, p. 377.

(3) Th. Reid, *An inquiry*, etc., Chap. 6, sect. 13, § 7.

fils que nous venons de citer (§ 3), offrent des exemples de la vision simple de deux objets affectant des parties correspondantes sur les deux rétines. Nous reviendrons sur ce sujet dans la quatrième section, à l'occasion d'une objection à la théorie que nous développons ; mais je veux signaler ici un cas de vision simple qui se présente à nous très-fréquemment, celui d'un objet vu dans un miroir.

Dans la figure 2 (pl. 1), *A B* représente un miroir. Si l'œil gauche *G* reçoit du point *e* un rayon lumineux parti du point *E*, l'œil droit *D* recevra d'un point du miroir *e'* différent de *e* un rayon lumineux parti du même point *E* ; c'est là une conséquence nécessaire de ce que l'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence. Bien que chaque œil reçoive ainsi des rayons lumineux de deux endroits différents, on n'aperçoit cependant qu'un seul point (1). C'est que l'on dirige chaque œil de telle sorte, que le point *e* se trouve sur l'axe optique de l'œil gauche et le point *e'* sur celui de l'œil droit. Les images du point *E* en *e* et en *e'* affectent alors le milieu de chaque rétine et l'on perçoit par conséquent la sensation d'un point unique, que l'on rapporte au point de croisement des axes.

Il serait aisé de démontrer que les axes doivent se couper de l'autre côté du miroir, à une distance de la droite *A B* égale à celle qui existe entre le point *E* lui-même et cette droite ; c'est là une des raisons qui font que l'image d'un objet paraît à une distance derrière le miroir, égale à celle qui sépare réellement de ce miroir, l'objet qui s'y réfléchit.

§ 5.

Pourquoi un objet affectant deux parties correspondantes sur les rétines, paraît-il simple ? Quelle est, en d'autres termes, la cause de la correspondance des points semblablement situés sur les deux rétines ?

(1) Je trouve cette remarque développée par Séb. Leclerc, dans son « *Système de la vision* » et déjà antérieurement dans son « *Discours touchant le point de vue*, etc. » Paris, 1679. — L'auteur s'en sert pour prouver que l'on voit les objets seulement avec un œil et jamais avec les deux yeux à la fois ; mais comme l'explication du fait qu'il mentionne est très-simple, je n'y reviendrai pas dans la partie de cet essai qui traite des objections que l'on peut faire à la théorie des points correspondants.

Quelques auteurs ont attribué cette correspondance à l'habitude, d'autres, et ce sont de beaucoup les plus nombreux, à une conformation anatomique particulière des nerfs optiques et de la rétine. Nous n'entrerons pas dans l'énumération de toutes les différentes opinions qui ont été émises à ce sujet, et nous entreprendrons encore moins de les discuter. Malgré les hypothèses nombreuses auxquelles on s'est livré et les recherches qu'on a faites, la science ne me semble pas avoir acquis de faits positifs sur la cause de cette correspondance. Galien (1) avait déjà supposé que la réunion des deux nerfs optiques au-dessus de la selle turque, pouvait bien entrer pour quelque chose dans la cause de la vision simple. G. Briggs (2), Rohault (3), Müller (4), etc., ont émis une opinion analogue sur la cause de la correspondance des points semblablement situés sur les deux rétines. Tous ces auteurs recourent à d'ingénieuses suppositions sur la structure et la disposition des fibres des nerfs optiques; mais jamais aucune de ces suppositions n'a pu être vérifiée par l'anatomie des organes, ni par la physiologie expérimentale, ni par des faits pathologiques. L'hypothèse émise par Müller est certainement la plus spécieuse et celle qui s'accorde le mieux avec ce que nous connaissons de la structure des nerfs optiques. Cet illustre physiologiste suppose que les deux fibres nerveuses, qui se terminent sur des points correspondants dans chacune des rétines, ont leur origine au même endroit dans le cerveau (et que ces fibres partent peut-être du même corps ganglionnaire (5)); de telle sorte que les deux points correspondants a et a' (fig. 3, pl. 1) seraient formés par les extrémités de deux fibres partant d'un même endroit A du cerveau. Il en résulterait que la moitié gauche du cerveau, recevrait les impressions produites sur les deux moitiés gauches des yeux, et que la moitié droite du cerveau recevrait celles des deux moitiés droites.

Quant à l'habitude (6), ou plutôt à une espèce d'abstraction habi-

(1) Galenus, *De usu partium*. Lib. X, cap. 14.

(2) G. Briggs, *Visionis theoria*. Londini, 1685.

(3) J. Rohault, *Physica*, pars 1, cap. 31.

(4) J. Müller, *Physiologie*, t. 2, p. 382.

(5) J. Müller, *Physiologie*, 3te Aufl. t. 1, p. 612.

(6) Buffon, *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 1743, p. 245. — R. Smith, *Optique*. Liv. I,

tuelle (1), on ne peut guère concevoir qu'elle puisse être la cause de la correspondance des points semblablement situés sur les deux rétines. Comment se ferait-il que, par l'habitude seulement, les points correspondants se trouvassent toujours disposés semblablement autour du milieu de l'une et l'autre rétines, disposition qui se remarque même chez ceux dont les yeux sont fort inégaux et qui ne se servent habituellement que d'un œil? Aussi cette idée est-elle maintenant à peu près abandonnée.

Nos connaissances sur l'organisation du système nerveux, et sur la manière dont les sensations sont transmises au cerveau, et perçues ensuite par notre esprit, ne me semblent pas assez avancées pour que, dans l'état actuel de la science, on puisse espérer de trouver la véritable cause de la correspondance des points sur les deux rétines. Dans tous les cas, il faut commencer par étudier la théorie des points correspondants et les phénomènes de la vision qui s'y rattachent, afin de s'assurer, autant qu'on peut le faire, de l'exactitude de cette théorie.

Chap. 5, § 137. — Haller, *Elementa physiologica*. Lib. 16, Sect. 4, § 10. Ce grand physiologiste attribue la vision simple à un phénomène psychologique; et remarque qu'il en est de la vision de même que des sens de l'ouïe et de l'odorat, dans lesquels nous ne percevons qu'une sensation, quoiqu'il y ait deux organes affectés.

(1) Le jésuite Aguillon assigne pour cause de la vision simple, une espèce d'abstraction de l'esprit, par laquelle on ne percevrait la sensation que d'un seul objet, quand même on en verrait véritablement deux. Voici ce qu'il dit dans son *Optique* (livre 1, prop. 79) après avoir discuté les opinions de plusieurs auteurs à ce sujet.

« Nobis ea causa magis arridet, quod plures formæ unius rei, tametsi in multis oculis numero sint distinctæ, tamen vim habeant eamdem rem representandi, propter exactam similitudinem quam a rebus unde profectæ sunt acceperunt. Quare internus sensus seu facultas superior, quæ externum visum complet, duabus, vel etiam pluribus speciebus excitata (ut in polyophthalmicis) unius tantum rei notionem effingit : ad eum fere modum quo pluribus inspectis imaginibus, unum tantum Cœsarem mente concipimus, et duabus auribus eamdem soni notionem haurimus, quamvis externi soni qui sese ad aures appellunt numero sint diversi, nervique auditorii nullibi congrediantur. — Quod vero res una presso oculo gemina appareat, hoc inter deceptiones erroresque visus censeri debet, etc. »

Cette hypothèse n'explique point pourquoi, dans l'expérience des deux doigts (§ 1), celui qu'on fixe paraît simple, tandis que l'autre paraît double.

SECTION II.

Conséquences de la théorie des points correspondants.

§ 6.

En admettant la théorie des points correspondants telle que nous l'avons développée, on se demande naturellement quels sont les points de l'espace qui doivent être vus simples, ou, en d'autres termes, quels sont ceux qui envérront des rayons lumineux sur deux points correspondants dans les deux yeux.

Quelques auteurs, F. Aguillon (1), Porterfield (2), etc., ont cru que les points vus simples étaient situés sur le plan de l'*horopter*. Ce plan passe par le point de croisement des axes optiques ; il est parallèle à la ligne qui joint les centres des yeux et perpendiculaire au plan des axes. D'autres ont supposé que les points vus simples étaient situés sur une circonférence passant par le point de croisement des axes, et dont le centre serait à la racine du nez (3).

Aucun de ceux qui se sont occupés de ce sujet dans les dernières années n'ont, à ce que je crois, envisagé le problème dans toute sa généralité. Ils s'accordent pour la plupart à montrer que, sur le plan des axes optiques, le lieu des points vus simples avec les deux yeux est une circonférence de cercle qui passe par les centres des yeux et par l'intersection de leurs axes (4); mais ils ne s'occupent pas des points situés en dehors de ce plan.

Pour trouver le lieu géométrique des points vus simples dans l'espace,

(1) F. Aguilonius, *Opticorum libri sex*. L. 2, prop. 46.

(2) W. Porterfield, *Treatise on the eye*. Edinburgh, 1759, t. 2, p. 293.

(3) P. Prevost, *Essais de philosophie*. Genève, 1804, t. 1, p. 174.

(4) M. Wheatstone, dans les *Transactions de la Soc. Roy. de Londres* (1838, Part. II, p. 389), attribue à tort à des auteurs allemands récents, la démonstration de cette proposition. On la retrouve dans des ouvrages bien antérieurs à ceux qu'il cite. Voyez P. Prevost, *Ess. de Phil.* t. 1, p. 173.

qu'ils soient ou non situés sur le plan des axes, j'aurai recours aux premiers principes de la géométrie descriptive. Mais avant de commencer, je rappellerai, en peu de lignes, quelques lois de la vision dont j'aurai besoin dans les raisonnements qui vont suivre.

On peut considérer la surface de la rétine comme une portion de sphère. On admet aussi qu'il existe dans l'œil un point nommé *centre optique*, tel, qu'un rayon lumineux qui traverse l'œil en passant par ce point, n'est pas dévié. Or, comme tous les rayons qui arrivent à l'œil d'un même point, convergent en un point de la rétine lorsqu'il y a vision distincte, il est évident que le point lumineux, le centre optique et l'image sont sensiblement sur une même droite.

Le centre optique de l'œil coïncide à peu près avec le centre de figure de cet organe. « Tout point lumineux est vu dans la direction du rayon qui passe par le centre de l'œil. En d'autres termes : De l'image (ou du point de la rétine qui est affecté) menez une ligne droite au centre de l'œil ; c'est sur cette ligne que sera vu le point lumineux (1). »

Nous appellerons, pour abréger, une ligne droite qui passe par le centre de l'œil et par un point de la rétine, le *rayon visuel* de ce point.

§ 7.

Puisqu'un point lumineux affecte la rétine sur le prolongement de la droite qui joint ce point avec le centre de l'œil, il est clair qu'un même point ne pourra pas affecter des points correspondants sur les deux rétines, si les rayons visuels de ces points ne se rencontrent pas. Examinons, d'abord, si les rayons visuels de deux points correspondants se rencontrent ; ensuite il sera facile de déterminer le lieu géométrique des points où se rencontrent ces rayons visuels ; ce lieu est le même que celui des points de l'espace qui affectent des points correspondants sur les deux rétines ; c'est donc celui que nous cherchons.

Soient : (planche 2) XX' la ligne de terre ; Y la projection verticale des

(1) P. Prevost, *Ess. de Phil.*, t. 1, p. 94. Reid, *Inquiry*, etc., chap. 6, sect. 12.

deux yeux, dont les centres sont supposés sur une même droite horizontale perpendiculaire au plan vertical ; Y' et Y'' les projections horizontales de ces yeux. Les droites $a'A'$ et $\alpha'A'$ représentent les projections horizontales des deux axes optiques que nous supposons horizontaux, en sorte que leurs projections verticales se confondent sur la droite aA.

On sait qu'il faut, dans la géométrie descriptive, trois conditions pour que deux droites se coupent : 1° que leurs projections horizontales aient un point commun ; 2° que leurs projections verticales aient aussi un point commun ; et 3° qu'on puisse construire une perpendiculaire à la ligne de terre, passant à la fois par un point commun aux deux projections horizontales et par un point commun aux deux projections verticales.

Les projections horizontales de deux rayons visuels qui partent de points correspondants sur les deux rétines se rencontrent toujours quelque part (voyez l'épure) ; elles ont donc toujours un point commun. Quant aux projections verticales des rayons visuels, elles doivent toutes passer par le point o, centre de la circonférence ; il s'ensuit que les projections verticales de deux rayons visuels qui appartiennent à des points correspondants sur les deux rétines, auront aussi toujours un point commun en o. Mais nous n'avons point à nous occuper des rayons visuels dont les projections verticales se coupent au point o. En effet, ces rayons se coupent nécessairement sur la droite qui joint le centre des yeux, et il n'est aucun point situé sur cette droite qui puisse être vu des deux yeux à la fois.

Puisque les projections verticales des rayons visuels de deux points correspondants doivent toujours avoir un point commun en o au centre de la circonférence, il est impossible que ces projections *se coupent* en aucun autre endroit. Mais il est deux cas possibles, dans lesquels elles peuvent avoir des *points communs* autre part qu'au centre de la circonférence : 1° quand deux points correspondants ont la même projection verticale ; et 2° quand les deux points correspondants ont l'un et l'autre leur projection verticale située sur un même rayon du cercle dont le centre est o.

Premier cas. — Deux points correspondants qui ont la même projection verticale, sont nécessairement situés sur une même droite perpendiculaire au plan vertical ; les projections horizontales de ces points seront donc

placés sur une droite perpendiculaire à la ligne de terre. Or on ne peut faire passer une droite perpendiculaire à la ligne de terre, que par celles des projections horizontales d'une paire de points correspondants, se trouvant sur les droites $a'o'$ et $\alpha'\omega'$. Ces deux droites $a'o'$ et $\alpha'\omega'$ appartiennent aux projections horizontales des axes optiques. Il en résulte que deux points correspondants par lesquels on peut faire passer une droite perpendiculaire au plan vertical, sont toujours situés sur un plan vertical passant, pour chaque œil, par l'axe optique de cet œil.

Voyons en quel lieu se rencontrent les rayons visuels qui partent de deux points correspondants situés sur un plan vertical, passant pour chaque œil par l'axe optique de cet œil. Ce lieu est une droite verticale passant par le point de croisement des axes.

En effet : soient, par exemple, les points correspondants dd' et $d\,\delta'$; menant les projections verticales et horizontales des rayons visuels de ces points, on trouve que ces rayons se rencontrent au point $A_1 A'$; or ce point est situé sur la verticale passant par le point $A\,A'$. Il en doit être ainsi pour les rayons visuels de toutes les paires de points correspondants que nous étudions ici; ces rayons se couperont toujours en un point de la verticale AA', car leur projection horizontale tombe nécessairement sur les droites $o'A'$ et $\omega'\mathrm{A}'$, droites qu'on peut considérer comme les traces horizontales des plans verticaux sur lesquels sont situés les points correspondants dont nous nous occupons.

Second cas. — Deux points correspondants étant à la même hauteur au-dessus du plan horizontal, leurs projections verticales doivent être situées sur une corde de la circonférence parallèle à la ligne de terre. Ces projections ne peuvent donc être sur le même rayon de la circonférence, que lorsque la corde parallèle à la ligne de terre sur laquelle elles sont situées, se confond avec la ligne ao. Or, tous les points dont les projections verticales sont situées sur la ligne ao sont dans le plan des axes optiques.

Examinons des points correspondants pris sur les deux rétines dans le plan des axes optiques. Soient, les points bb' et $\beta\beta'$; nous avons, puisque ce sont des points correspondants, $a'b' = \alpha'\beta'$. Traçons les projections horizontales et verticales des rayons visuels de ces deux points. Ces rayons visuels se ren-

contrent en BB' ; et puisqu'ils sont situés dans un plan horizontal, leurs projections horizontales représenteront leur véritable grandeur.

Comparons les deux triangles $A'\,o'\,n$ et $B'\,\omega'\,n$; ces triangles sont semblables comme ayant deux angles égaux. En effet, les angles $A'\,n\,o'$ et $B'\,n\,\omega'$ sont égaux comme opposés par le sommet; et l'angle $A'o'n$ est égal à l'angle $B'\omega'n$, parce que $A'o'n = a'o'b'$ qui est mesuré par l'arc $a'b'$ et $B'\omega'n = \alpha'\omega'\beta'$ qui est mesuré par l'arc $\alpha'\beta' = a'b'$. Il en résulte que les angles $o'A'\omega'$ et $o'B'\omega'$ sont égaux.

On démontrerait de même que l'angle que font entr'eux les rayons visuels de deux autres points correspondants, pris dans le plan des axes, est toujours égal à l'angle que font entr'elles les lignes $o'A'$ et $\omega'A'$.

Or, les angles $o'A'\omega'$, $o'B'\omega'$, etc., s'appuient sur une corde commune $o'\omega'$, on peut donc faire passer une même circonférence de cercle par les sommets de tous ces angles et par les extrémités de la corde. Cette circonférence est le lieu géométrique des points de rencontre des rayons visuels qui partent de points correspondants situés sur le plan des axes optiques.

Cette discussion des cas dans lesquels les rayons visuels de deux points correspondants peuvent se rencontrer, démontre que le lieu des points de l'espace qui affectent des points correspondants sur les deux rétines se compose : d'*une circonférence de cercle passant par le point de mire et par les centres des yeux*, et d'*une perpendiculaire élevée par le point de mire sur le plan des axes optiques*.

Remarquons ici que, lorsque les axes optiques sont parallèles, tous les points de l'espace doivent paraître doubles (1). Car, si les axes optiques sont parallèles, les rayons visuels de deux points correspondants sur les rétines seront aussi toujours parallèles ; ils ne pourront donc jamais se couper. Or, nous avons vu que deux points correspondants ne peuvent pas recevoir les images d'un même point (ce qui est nécessaire pour voir ce point simple), si leurs rayons ne se rencontrent pas.

(1) A moins que ces points ne soient assez éloignés pour que les rayons lumineux qu'ils envoient sur les deux rétines, arrivent à ces organes sensiblement parallèles.

§ 8.

Le nombre des points de l'espace qui peuvent envoyer des rayons lumineux sur des points correspondants des deux rétines, est, comme on le voit, très-restreint; et il semble, au premier coup d'œil, que l'on doive voir doubles tous les objets qui ne sont pas situés sur la circonférence de cercle ou sur la ligne droite indiquée au paragraphe précédent. Mais il n'en est pas ainsi, à cause de la propriété qu'ont deux parties correspondantes de n'apercevoir qu'un seul objet, lorsqu'elles sont affectées chacune par un objet différent, si les deux objets sont parfaitement semblables.

Des considérations de même nature que celles qui précèdent, font voir que toutes les droites perpendiculaires au plan des axes optiques, et qui passent par un point de la circonférence $o'A'\omega'$ (pl. 2) doivent paraître simples, à cause de la propriété qui vient d'être rappelée. En effet, prenons un point quelconque sur la perpendiculaire menée par le point DD'. Soit, par exemple, le point $D_1 D'$, qui affecte l'œil YY'' au point $\varepsilon\varepsilon'$. Le point correspondant à $\varepsilon\varepsilon'$ est ee'; ce point ee' reçoit l'impression du point $\Delta_1\ D'$, situé sur la perpendiculaire que nous envisageons dans ce moment. Ces impressions de points semblables (si je puis m'exprimer ainsi) sur deux points correspondants ee' et $\varepsilon\varepsilon'$ se confondront en une seule. Il en serait de même, quel que fût le point $D_1\ D'$ pris sur la perpendiculaire, si on suppose cette droite suffisamment prolongée. La ligne doit donc paraître simple, parce que des parties correspondantes sur les deux rétines sont affectées par des objets semblables, c'est-à-dire par différentes portions de la droite.

Ce ne serait que dans le cas où la perpendiculaire serait assez courte pour qu'il y eût un espace entre les images perçues par les deux yeux qu'il pourrait y avoir double vision; on apercevrait alors une ligne droite, interrompue pendant un court espace dans son milieu. On peut remarquer, en passant, que l'œil dont la droite perpendiculaire est la plus rapprochée, voit les points de cette droite plus éloignés du plan des axes optiques que ne les voit l'autre œil. Cela a lieu aussi bien quand la droite est située au-dessous de ce plan, que quand elle est placée au-dessus.

On devrait encore voir simples, toutes les lignes placées dans le plan des

axes, si ces lignes étaient suffisamment prolongées; car, ainsi que dans le cas précédent, les deux apparences de chacune de ces lignes doivent être vues sur leur prolongement mutuel, et les parties correspondantes sur les deux rétines, qui sont affectées à la fois, le sont par des images d'objets semblables; c'est-à-dire de différentes portions de la ligne. Mais, pour un certain ajustement de l'œil, les images sur la rétine sont plus ou moins distinctes, selon la distance des objets dont ils sont la représentation; et en outre, la grandeur apparente des objets varie suivant leur distance. Il s'ensuit que, si deux objets semblables qui envoient des rayons sur deux parties correspondantes, sont à des distances très-différentes des deux yeux, l'image formée par l'un des objets sur la rétine droite, pourra être aussi très-différente de celle que forme l'autre objet sur la rétine gauche; l'une des images sera ordinairement d'une autre dimension et beaucoup plus nette, plus distincte que l'autre. Dans le cas où les divers points de la ligne située dans le plan des axes, sont à des distances très-différentes de l'observateur, ce sont des points très-éloignés les uns des autres, qui paraissent aux deux yeux dans la même direction. On comprend qu'alors on ne verra pas coïncider ces points deux à deux et que la ligne devra paraître double.

La figure 4, pl. 1, expliquera ce que nous venons de dire. Si l'on suppose que l'œil ne peut point juger de la distance d'un objet, et si tous les points de l'espace paraissent également distincts, l'œil D devra voir la droite BC, située dans le plan des axes, de la même manière que la droite XY, et cette droite BC devra présenter à l'œil gauche, le même aspect que VZ. D'après les lois de la vision binoculaire, il s'ensuivrait que les deux yeux D et G verraient la droite BC sous l'apparence d'une droite unique $X'Z'$ plus ou moins transparente dans ses extrémités $V'X'$ et $Y'Z'$ (fig. 4, DG). Mais, en fait, chaque œil reconnaît que le point C est beaucoup plus éloigné que le point B; et l'œil D, par exemple, ne verrait point les deux droites BC et XY exactement sous la même apparence. D'où il résulte que la droite BC vue avec les deux yeux ne semblera pas une droite unique, et l'observateur sera assez embarrassé de savoir exactement ce qu'il voit, s'il ne remue point la tête.

Plus une droite située sur le plan des axes est près d'être perpendiculaire sur celle qui passe par le milieu de l'angle des axes, plus la distance des différents points de la droite à l'observateur tendra à s'égaliser, et plus, par con-

séquent l'apparence de cette droite, vue par l'un des yeux, semblera se rapprocher de celle vue par l'autre œil; ces deux apparences se confondront, c'est-à-dire la droite paraîtra simple, lorsqu'elle sera perpendiculaire ou à peu près perpendiculaire à celle qui partage en deux angles égaux l'angle des axes optiques.

Au reste, il n'est pas nécessaire qu'une ligne située sur le plan des axes soit droite, pour qu'elle paraisse simple, lorsqu'on la regarde avec les deux yeux. Une courbe à peu près symétrique de chaque côté de la droite passant par le milieu de l'angle des axes, et dont les divers points seraient situés à des distances pas trop inégales de l'observateur, doit encore être vue simple avec les deux yeux; parce que les parties correspondantes des deux rétines recevront des images sensiblement semblables. Ceci nous amène à conclure d'une manière générale, qu'une ligne quelconque située dans le plan des axes, sera vue simple, si ses points sont placés deux à deux symétriquement de chaque côté de la droite qui partage par le milieu l'angle des axes, pourvu, toutefois, que les différentes parties de la ligne ne soient pas à des distances trop inégales de l'observateur.

Une droite perpendiculaire au plan des axes et passant par la circonférence des points vus simples, ne paraît jamais double, quoiqu'elle ne soit ordinairement pas située à la même distance des deux yeux. Cela vient de ce qu'il ne peut y avoir une très-grande inégalité entre la distance des différents points d'une telle droite à l'observateur ou à chacun de ses yeux. Si l'on voulait la rapprocher beaucoup de l'un des yeux, l'autre ne la verrait plus; elle serait dérobée à sa vue par le nez de l'observateur.

Une surface plane ou à peu près plane, doit aussi paraître simple, quoique vue des deux yeux, si cette surface est suffisamment grande, si elle présente une apparence uniforme et si, de plus, ses divers points ne sont pas situés à des distances très-inégales de l'observateur. Car dans ce cas, les parties correspondantes sur les deux rétines seront affectées par des objets semblables, c'est-à-dire par différentes parties de la surface. Mais les bords de la surface paraîtront ordinairement doubles, à moins qu'on en fixe un point, parce que leurs images tomberont dans les deux rétines sur des parties non correspondantes.

SECTION III.

Quelques expériences sur l'apparence simple ou double des objets, dans la vision binoculaire.

§ 9.

Il faut un peu d'habitude et beaucoup d'attention, pour s'assurer par des expériences de la vérité des déductions théoriques qui précèdent. Sans ces deux conditions, on ne peut pas voir nettement des objets que l'on ne fixe pas, surtout s'ils sont situés en dehors des deux angles aigus, opposés par leur sommet, que forment les axes optiques; et il est toujours fort difficile de bien analyser les sensations que font éprouver les images de pareils objets sur les deux rétines.

Voici cependant quelques expériences à ce sujet.

Ayez une plaque de liége posée horizontalement, sur laquelle vous planterez verticalement, des épingles aussi longues et aussi minces que possible. L'observateur se place dans une position telle, qu'il ait la base du nez appuyée contre le bord de la plaque de liége, et le centre de chaque œil à la hauteur de la surface supérieure de la plaque. Cela fait, plantez une épingle A qui doit servir de point de mire; c'est au pied de cette épingle que devront toujours se couper les axes optiques de l'observateur. Tracez, ensuite, sur le liége, la circonférence de cercle qui passe par le point d'intersection des axes et par le centre de chaque œil.

Il convient que le rayon de la circonférence soit court; l'épingle A doit donc être plantée assez près de l'observateur, mais dans les limites de la vision distincte. Les expériences suivantes m'ont réussi en donnant au rayon de la circonférence une longueur d'environ trois pouces; ce qui suppose l'épingle A à un peu moins de quatre pouces et demi de l'observateur.

Ces dispositions terminées, plantez une épingle sur un point quelconque de la circonférence; l'observateur la verra simple, tout en continuant à fixer

le point *A*. Ceci prouve que l'on voit simples : 1° les points situés sur la circonférence; et 2° les droites perpendiculaires au plan des axes et qui passent par un point de la circonférence.

Plantez une épingle ailleurs que sur la circonférence, l'observateur la verra double (1). Si l'épingle est placée dans l'intérieur de la circonférence, l'apparence de gauche appartiendra à l'œil droit et l'apparence de droite à l'œil gauche ; tandis que si elle est placée en dehors de la circonférence, l'apparence de gauche appartiendra à l'œil gauche et celle de droite à l'œil droit.

La figure 5 (pl. 1), montre qu'il doit bien en être ainsi. Supposons le point *B* placé sur la circonférence, *C* au dedans de son enceinte et *E* au dehors. Le point *B* paraissant unique aux deux yeux, l'œil droit *D* doit voir le point *C* à gauche de *B* et l'œil gauche doit le voir à droite. Il en résulte que l'apparence de gauche doit disparaître quand l'observateur ferme l'œil droit et l'apparence de droite quand il ferme l'œil gauche. Le contraire a lieu pour le point *E*, situé en dehors de la circonférence; ce point paraît à l'œil gauche situé à gauche de *B*, et à l'œil droit, à droite.

L'observateur verra simple une épingle plantée près du point *A* sur la circonférence de cercle : mais s'il la considère attentivemeut, il remarquera qu'elle a l'air d'avoir deux têtes situées à une petite distance l'une au-dessus de l'autre (2). (Voy. fig. 6, pl. 1). En comparant cette épingle à celle en *A* (qui

(1) Il ne faut pas, toutefois, placer l'épingle sur un point excessivement rapproché de la circonférence, parce qu'alors les deux apparences se confondent et l'observateur n'aperçoit qu'une épingle un peu plus épaisse qu'elle ne l'est réellement. Souvenons-nous aussi, que la courbe formée par la réunion des points vus simples dans le plan des axes, n'est pas exactement une circonférence de cercle ; elle ne le serait que si la rétine était parfaitement sphérique, s'il existait un véritable centre optique et si ce centre coïncidait mathématiquement avec le centre de figure de l'organe. Cependant, je vois déjà l'épingle double, quand elle est située à environ deux lignes de la circonférence.

L'épingle ne doit pas être placée trop d'un côté du point de mire, parce que l'observateur ne pourrait pas la voir avec les deux yeux. Mais déjà bien avant que le nez en dérobe la vue à l'un des yeux, il devient très-difficile de porter son attention sur les impressions produites par cette épingle dans l'une et l'autre rétine, en tenant les yeux constamment fixés sur le point de mire *A*.

Il faut encore veiller à ce que l'image de l'épingle ne tombe pas dans l'un des yeux sur la tache insensible ; car, dans ce cas, l'épingle paraîtra toujours simple.

(2) Pour que cette expérience réussisse, il faut avoir bien soin de fixer les yeux sur le *pied* de l'épingle plantée en *A*.

n'offrira point la même apparence), il verra que c'est l'apparence supérieure de la tête de l'épingle qui disparaît, lorsqu'il ferme l'œil dont cette épingle est le plus rapprochée; tandis que lorsqu'il ferme l'autre œil, c'est l'apparence inférieure qui disparaît. Ceci nous indique : 1° que les points situés sur une droite passant par la circonférence et perpendiculaire au plan des axes, sont véritablement vus doubles ; 2° qu'il faut cependant en excepter ceux situés sur la perpendiculaire passant par le point de croisement des axes, qui sont vus simples ; et 3° que celui des yeux dont une perpendiculaire au plan des axes est le plus rapprochée, voit les points de cette droite plus éloignés de ce plan que ne les voit l'autre œil.

Il nous reste à faire mention d'une expérience sur l'apparence des lignes situées dans le plan des axes. Il est facile de s'assurer qu'un fil un peu long, tendu d'une main à l'autre et placé dans le plan des axes optiques, paraîtra simple dans les positions que nous avons indiquées dans la section précédente. Si l'on fixe les yeux sur un point du fil voisin du milieu de la longueur, on verra le fil simple et distinct, quand les deux mains seront placées à peu près à égale distance de soi. Mais il paraîtra plus ou moins indistinct et jusqu'à un certain degré double, si l'une des mains est beaucoup plus éloignée que l'autre.

Tous ces faits, qui s'accordent pleinement avec les résultats auxquels on parvient en prenant pour base la théorie des points correspondants, servent à confirmer cette théorie, et à en constater l'exactitude. Il est sans doute difficile d'obtenir une parfaite certitude dans ces expériences; mais je crois qu'un observateur impartial parviendra toujours à les répéter, s'il y consacre le temps nécessaire et s'il place l'épingle dans des positions favorables. On reprochera peut-être à ces expériences, le petit nombre de cas dans lesquels elles fournissent des résultats bien positifs. Toutefois, elles serviront du moins à montrer, que l'observation directe des faits ne présente jamais rien de contraire à la théorie que nous défendons.

La théorie des points correspondants, telle qu'elle vient d'être exposée, ne s'occupe pas du jugement habituel qui nous fait croire que dans la vision binoculaire, nous ne voyons pas doubles les objets qui devraient paraître tels à nos yeux. Plusieurs raisons font que l'on ne s'aperçoit ordinairement pas du grand nombre d'objets que l'on doit voir doubles d'après la théorie.

D'abord, le nez masque à l'un des yeux les objets situés trop de côté du point de mire; puis la tache insensible reçoit les images de quelques objets qui ne sont alors vus véritablement que de l'autre œil; quelquefois l'inégalité des yeux peut aussi contribuer à empêcher de voir les deux images d'un objet, etc. Mais la raison principale vient de ce que « l'esprit ne peut faire attention qu'à une seule chose à la fois (1). » De ce principe psychologique il s'ensuit que, comme l'attention se porte ordinairement sur l'objet que l'on fixe, on néglige tous les autres objets, lors même qu'ils affectent réellement la rétine.

SECONDE PARTIE.

SECTION IV.

De la distinction à faire entre ce que nous croyons voir et ce que nous voyons véritablement.

§ 10.

M. Wheatstone, dans un mémoire plein d'intérêt, inséré dans les Transactions de la Société royale de Londres (2), attire l'attention des physiciens sur la différence que présente à l'observateur un objet rapproché, selon qu'on se sert de l'œil droit ou de l'œil gauche pour le regarder. C'est ainsi que l'apparence d'un livre tenu verticalement avec la tranche tournée vers les yeux, varie, suivant qu'on voit ce livre de l'œil droit, en fermant l'œil gauche, ou de l'œil gauche, en fermant l'œil droit. La figure 1 (planche 3), représente les deux projections d'un cône tronqué, dont le sommet serait tourné

(1) Dugald Stewart. *Philosophie de l'esprit humain,* traduction de P. Prevost, t. 1, p. 199.

(2) *Phil. Trans. of the R. S. of London*, 1838, p. 371.

vers l'observateur, telles qu'elles sont vues par chaque œil séparément ; *b* est l'apparence que le cône présente à l'œil droit, *a* celle qui est vue par l'œil gauche. Cette expérience est à la portée de tout le monde.

On sait qu'ordinairement l'objet que l'on regarde est situé au point de croisement des axes optiques ; l'image de cet objet est alors projetée sur des parties correspondantes des deux yeux. Mais deux objets parfaitement semblables affecteront aussi des parties correspondantes des deux rétines, si l'on en place un sur la direction de chaque axe optique, à égale distance du point de croisement. La figure 2 (pl. 3), représente à l'intersection des axes la situation ordinaire d'un objet vu des deux yeux. Deux objets semblables sont placés sur les directions des axes dans la figure 3, avant leur croisement, et dans la figure 4, après ce croisement. Dans ces trois cas, si chaque œil ne peut voir que l'objet placé sur son axe, l'observateur apercevra un seul objet, qui semblera situé au point de rencontre des axes.

Supposons que l'on copie les deux apparences visibles d'un même objet rapproché, ou en d'autres termes, imaginons que l'on fasse le dessin perspectif d'un objet, tel qu'il est vu de chaque œil. Si, au lieu de placer deux figures parfaitement semblables dans la position qu'indiquent les figures 3 et 4 (pl. 3), on place dans ces positions les deux projections perspectives que l'on aura dessinées, on continuera à apercevoir un objet unique. Cet objet aura toute l'apparence d'une figure solide, et sera l'exacte représentation de celle dont les dessins sont la copie.

Pour faciliter cette expérience, M. Wheatstone a fait construire un instrument qu'il nomme le ***stéréoscope***, à cause de sa propriété de représenter des figures solides. Cet instrument (fig. 5, pl. 3), se compose de deux petits miroirs plans, *ab* et *ac*, faisant entr'eux un angle droit, les surfaces réfléchissantes étant tournées en dehors. L'observateur se place aussi près que possible des miroirs et vis-à-vis de l'angle plan qu'ils font entr'eux, de manière à voir avec l'œil droit le miroir de droite, et avec l'œil gauche le miroir de gauche. On dispose alors, devant chaque miroir, la projection d'un objet tel qu'il serait vu par l'œil situé du même côté (1). On a soin de placer les dessins n' et n'',

(1) Les dessins doivent être renversés, de manière à ce qu'ils soient convenablement redressés par le miroir qui doit les réfléchir.

dans des positions telles, qu'au moyen de la réflexion des miroirs, l'observateur voie avec les deux yeux un seul objet *n*, parfaitement distinct. Quelques arrangements très-simples dans l'instrument permettent de donner facilement aux dessins les positions requises.

§ 11.

Les considérations qui précèdent et les propriétés du stéréoscope, semblent prouver que des objets dont les images n'occupent pas sur les deux rétines des points correspondants, peuvent néanmoins paraître simples. M. Wheatstone en conclut que les opinions généralement admises sur le mécanisme de la vision binoculaire ne peuvent être exactes. Ce savant n'a pas encore mis en avant de nouvelle hypothèse pour expliquer les phénomènes de la vision binoculaire; et il me semble difficile d'en imaginer aucune qui rende aussi bien compte de tous les faits que la théorie des points correspondants; je crois, en particulier, que les observations de M. Wheatstone peuvent très-bien se concilier avec cette théorie.

Avant tout, il faut observer qu'il n'est pas nécessaire de prendre en considération le stéréoscope et les dessins placés dans cet instrument; on peut s'en tenir à l'étude des objets eux-mêmes et des apparences qu'ils présentent à chaque œil séparément. Le stéréoscope doit sa propriété de faire voir une figure en relief, uniquement à ce qu'il présente à chaque œil l'apparence de cette figure, telle que l'œil la verrait réellement dans l'espace. Ainsi, tout ce que l'on peut dire sur les objets eux-mêmes, sur les apparences qu'ils présentent à chacun des yeux et sur les sensations qu'ils font éprouver à l'esprit, pourra se dire, tout aussi bien, de la représentation de ces objets au stéréoscope.

Supposons un objet quelconque placé à quelques pouces du nez, un petit livre, par exemple, tenu perpendiculairement à la droite qui joint les centres des yeux. Ce livre, ainsi que nous l'avons dit en commençant cette section, ne sera pas vu de la même manière avec chaque œil séparément, en sorte qu'il est impossible que deux parties correspondantes sur chacune des rétines, soient affectées par des images semblables. Néanmoins, on reconnaîtra immé-

diatement qu'on n'a devant soi qu'un seul livre et l'on n'imaginera pas en voir quelques parties doubles. Mais si l'on regarde attentivement une partie du livre, en la fixant, on sera bientôt convaincu qu'on voit réellement le plus grand nombre des points de l'objet, doubles. Quand on fixe la partie du livre la plus rapprochée, les parties les plus éloignées offrent deux apparences écartées l'une de l'autre; au contraire, les parties les plus rapprochées des yeux paraissent doubles, quand on fixe une partie du livre éloignée de soi.

C'est uniquement par une espèce d'abstraction, et parce que l'on connaît la forme du livre, que l'on croit le voir simple (1). Si l'on n'a pas encore vu l'objet placé devant les yeux, on acquiert la connaissance de sa forme, en fixant successivement et très-rapidement (le plus souvent sans s'en douter) ses différentes parties; puis on s'imagine ensuite *voir* l'objet comme on *sait* qu'il est réellement. C'est un fait bien connu (2) qu'il n'est pas possible de voir également distincts, plusieurs points en même temps; mais on peut apercevoir plusieurs points dans un très-court espace de temps, très-distinctement et très-nettement; on acquiert ainsi une notion sur la forme des objets auxquels appartiennent ces points, et l'on croit voir ensuite, en même temps, tout l'objet tel qu'il est réellement. Cette manière de voir, pour ainsi dire, par abstraction, devient si habituelle qu'on ne remarque plus l'opération de l'esprit qui y conduit, et l'on ne reconnaît que difficilement les apparences véritables que présente un objet, tellement on est occupé de la forme qu'il a dans la nature.

Cette explication du phénomène n'a rien d'extraordinaire; elle est fondée sur la distinction qu'il faut faire entre les apparences véritables que nous offrent les objets et les idées sur la figure réelle des objets que produisent en nous ces apparences. Ce n'est pas ici le seul cas dans lequel il faut avoir égard à cette distinction, et l'on peut citer nombre de phénomènes de la vision dont elle sert à rendre compte (3).

(1) M. Wheatstone admet que les points situés en deçà ou au delà du point de croisement des axes, paraissent souvent doubles; mais il croit qu'il existe un certain nombre de ces points qui sont vus simples. Cependant il reconnaît que « la détermination des points qui paraissent simples, semble dépendre beaucoup (in no small degree) de la connaissance antérieure de la forme de l'objet que l'on regarde. » *Phil. Trans. of the R. S. of London,* 1838, p. 393.

(2) Aguilonius. *Opticorum libri VI,* lib. 1, prop. 79.

(3) « Tous ceux qui ont quelque connaissance des lois de la perspective, savent que la figure apparente

§ 12.

Entrons maintenant dans quelques détails sur les différentes observations faites par M. Wheatstone.

Imaginons que l'on place un petit cône tronqué dans une position telle, que son axe soit perpendiculaire à la droite qui joint les centres des yeux, et que le petit cercle soit tourné du côté de l'observateur. On reconnaîtra bientôt que lorsqu'on fixe les yeux sur le cercle le plus rapproché (le plus petit), on aperçoit la base du cône élargie horizontalement; on voit alors véritablement l'apparence indiquée par la figure 6 (pl. 3). Quand on fixe les yeux, au contraire, sur la base du cône, on voit cet objet sous une forme représentée dans la figure 7 (pl. 3).

Lorsqu'on voit par réflexion dans le stéréoscope, les deux projections perspectives de ce petit cône tronqué, tel qu'il serait vu par chaque œil séparément, on aperçoit une seule apparence, parfaitement semblable à celle que présente l'objet réel. On conçoit que, si l'on connaît parfaitement l'objet, on

d'un livre, varie toutes les fois que change sa position; cependant si vous demandez à un homme qui n'a jamais étudié la perspective, si la figure de ce livre ne lui paraît pas toujours la même dans les différentes positions où on le place, il vous répondra que oui sans hésiter. Cet homme a appris à tenir compte des variations que produit sur la figure visible des objets la différence des positions et à en tirer des conclusions convenables; mais il tire ces conclusions avec tant de promptitude, et par une routine si peu réfléchie, qu'il perd aussitôt de vue les prémisses; et il en résulte que partout où la conclusion est la même, il s'imagine que l'apparence visible a dû être la même aussi.

« .... Soit que je voie un livre à la distance d'un pied ou de dix, il me semble toujours d'environ sept pouces de long, cinq de large, et un d'épaisseur. Mon œil est en état d'apprécier, à peu de chose près ces dimensions, et je juge qu'elles sont les mêmes à ces deux distances. Il est certain cependant qu'à la distance d'un pied, la longueur et la largeur visibles du livre sont environ dix fois plus grandes qu'à la distance de dix pieds; et que par conséquent sa surface est environ cent fois plus grande. Cet énorme changement de grandeur apparente n'est point remarqué, on n'y fait aucune attention, et il n'est personne qui ne soit prêt à affirmer que le livre paraît à l'œil de la même grandeur dans les deux distances. » *An Inquiry, etc.*, by. Th. Reid, Chap. 6, section 3. *OEuvres complètes de Reid*, trad. par Th. Jouffroy, t. 2, p. 151.

s'imaginera l'avoir devant les yeux, aussitôt, par exemple, qu'on aura aperçu la figure 6 (pl. 3) dans le stéréoscope.

Mais si l'observateur ne connaît point la forme de l'objet qu'il doit voir, voici ce qui se passe. Apercevant quelque chose au même endroit avec chacun des yeux, il doit supposer qu'il n'y a qu'un objet, et il cherchera à en fixer successivement les divers points. Supposons que les deux petits cercles coïncident d'abord, l'observateur croira fixer les yeux sur un petit cercle unique. S'efforçant ensuite de fixer les grands cercles, il parviendra à les faire coïncider; mais pour y arriver, il lui aura fallu diminuer l'angle de ses axes optiques; il en concluera qu'il a devant lui un grand cercle plus éloigné de ses yeux que le petit. L'observateur pensera, par conséquent, qu'il voit deux cercles inégaux et placés l'un devant l'autre, le plus grand étant le plus éloigné; ou bien en liant ces deux circonstances, il pourra imaginer qu'il voit un cône tronqué (un cornet de papier dont on aurait coupé le sommet); car cet objet présenterait une apparence semblable.

Toute cette opération qui prend une demi-page à décrire, se fait d'une manière presque instantanée et pour ainsi dire au premier coup d'œil; puis, une fois que l'observateur a ainsi déterminé la forme de l'objet imaginaire, il croit toujours le voir devant lui.

En fixant bien attentivement, dans le stéréoscope, le petit cercle du cône imaginaire, on peut reconnaître les deux grands cercles qui se coupent. Alors toute apparence de relief disparaît, parce que, comme on voit ces deux cercles parfaitement distincts, on en conclut qu'ils doivent être situés à la même distance des yeux que le petit cercle vu simple. Ce fait, que les différentes parties du cône vu en relief dans le stéréoscope, paraissent également distinctes, devrait, ce semble, toujours empêcher l'illusion, en montrant que les cercles sont tous situés à la même distance de l'observateur. Mais on juge de l'éloignement de différents objets dans l'espace, moins par la manière dont l'œil doit s'ajuster pour voir chacun d'eux distinctement, que par l'angle que doivent faire entr'eux les axes optiques pour fixer chaque objet. Il en résulte que, quand les deux critères (l'ajustement et l'angle des axes) se contredisent, on accorde la préférence aux données fournies par l'angle des axes.

Néanmoins, l'absence de confusion dans l'apparence des parties qui ne coïncident pas, ou en d'autres termes, le fait que l'ajustement est le même

pour les différentes parties des objets vus au stéréoscope, peut bien être l'une des raisons qui font que quelques personnes (et je suis de ce nombre) ont souvent de la peine à voir ces objets en relief.

L'explication de ce qui se passe dans la représentation du cône tronqué au stéréoscope, peut s'appliquer à celle de tout autre objet. Nous croyons en avoir dit assez pour bien éclaircir ces phénomènes.

§ 15.

M. Wheatstone indique ensuite une expérience qui semble démontrer que des images semblables, formées sur des parties correspondantes dans chaque rétine, peuvent faire naître l'apparence de deux objets situés en deux endroits différents. Présentez dans le stéréoscope à l'œil droit, une ligne droite verticale, et à l'œil gauche, une ligne droite faisant un angle peu considérable avec la verticale. L'observateur apercevra une ligne droite unique, dont l'une des extrémités lui semblera plus rapprochée de ses yeux que l'autre. Tracez alors très-légèrement sur la figure de gauche, une ligne verticale parfaitement semblable par sa longueur et par sa position, à celle qui est vue de l'œil droit. (Fig. 8, pl. 3.) Les deux lignes primitives paraîtront dans le stéréoscope, coïncider comme avant, mais la ligne faiblement tracée ne coïncidera pas avec la ligne en relief qui résulte de la réunion des deux autres; or, cette ligne faiblement tracée envoie, selon M. Wheatstone, sur la rétine gauche, une image qui occupe des points correspondants à ceux qu'affecte sur l'autre rétine, la ligne verticale vue de l'œil droit.

A cela, voici ce que nous avons à répondre. D'abord, la droite $a'b'$ n'affecte pas toujours sur la rétine gauche des points correspondants à ceux qu'affecte la droite ab sur l'autre rétine. Supposons, en effet, que l'observateur fixe l'extrémité inférieure de la ligne qui lui paraît en relief, il verra alors en fait la ligne $a'b'$ à la droite de la ligne ab (fig. 9, pl. 3) et ces deux lignes n'affecteront pas des parties correspondantes sur chaque rétine. Quand l'observateur fixera l'extrémité supérieure de la ligne représentée en relief, il verra en fait l'apparence indiquée dans la figure 10 (pl. 3).

Ce n'est que dans le cas où il fixe les yeux sur le milieu de la ligne en relief,

que les deux lignes *ab* et *a' b'* doivent se superposer. Mais l'observateur s'étant déjà convaincu par le changement d'inclinaison de ses axes optiques qu'il a devant lui une ligne en relief, résultant des deux apparences *ab* et *cd*, on conçoit qu'il supposera voir encore une ligne en relief, lorsqu'il en fixera le milieu ; quand même l'apparence de cette ligne vue de l'œil droit, doive alors coïncider avec une ligne verticale. Car l'observateur pense moins à ce qu'il voit véritablement qu'à ce qu'il croit voir, à cause de la connaissance qu'il suppose avoir acquise des objets présentés à ses yeux.

A l'appui de ce que nous venons de dire, nous ferons observer que, lorsqu'en fixant attentivement le milieu des lignes, on cherche à analyser sa sensation, l'illusion est bientôt détruite et les deux lignes *ab* et *a' b'* paraissent coïncider, tandis que la ligne *cd* les coupe.

§ 14.

Que se passe-t-il, quand on présente aux deux yeux des apparences semblables, mais de grandeurs différentes? Tracez, par exemple, deux cercles, qui diffèrent sensiblement mais non pas considérablement par leur diamètre, et placez-en un devant chaque œil dans le stéréoscope ; vous verrez les deux apparences coïncider, et vous croirez avoir devant vous un seul cercle, intermédiaire par sa grandeur aux deux cercles primitifs.

Mais, considérez attentivement ce que vous avez devant les yeux, en fixant un point de cette circonférence qui semble d'abord unique, et vous reconnaîtrez que l'apparence n'est simple qu'aux environs du point que vous croyez fixer, et que dans ses autres parties elle est double.

L'explication du premier jugement que nous portons est très-aisée. Nous avons souvent répété que l'on regarde ordinairement le point auquel se coupent les axes optiques ; or, comme l'on voit coïncider successivement deux à deux, tous les points du contour des deux circonférences primitives, quand on essaie de fixer les différentes parties de l'apparence visible, on en conclut que l'on a une circonférence unique devant soi. Il se passe, dans ce cas, un phénomène semblable à celui qui a lieu, lorsque nous voyons, avec les deux yeux, un cercle unique placé à une distance différente de chaque œil. Ce cercle paraît

plus grand à celui des yeux dont il est le plus rapproché ; néanmoins nous jugeons immédiatement, par habitude, qu'un tel cercle est unique, quoiqu'en fixant constamment un point de sa circonférence, on puisse bien aussi reconnaître que les parties qu'on ne fixe pas, paraissent réellement doubles.

Dans le cas de deux circonférences de grandeurs différentes vues au stéréoscope, l'habitude nous fait porter un jugement analogue, et la remarque suivante faite par M. Wheatstone, vient à l'appui de ce que nous disons. Ce savant a observé que si les deux cercles sont trop inégaux de grandeur, on ne les voit plus coïncider au stéréoscope. La coïncidence des deux cercles n'a pas lieu, si l'inégalité qui existe entr'eux est plus grande que celle qui existe entre les deux apparences d'un même objet situé dans la position la plus oblique par rapport aux deux yeux, dans laquelle on ait l'habitude de le voir (1).

Que veut-on de plus pour prouver que les phénomènes de vision simple dont nous nous occupons, dépendent bien réellement d'une espèce d'abstraction devenue habituelle ?

§ 15.

Terminons par quelques mots sur deux expériences que M. Wheatstone considère comme ne pouvant se concilier avec l'existence de points correspondants sur chaque rétine.

Première expérience. Tracez sur une feuille de papier, deux droites inclinées l'une vers l'autre (fig. 11, pl. 3) et faites-les coïncider, de manière à voir une droite en relief, en dirigeant vos axes optiques vers un point plus rapproché que la surface du papier. Fixez alors des yeux l'extrémité la plus rapprochée de la droite imaginaire qui paraît en relief, et placez une aiguille dans une position telle, que l'aiguille et la droite imaginaire semblent coïncider. Si maintenant vous fixez l'extrémité la plus éloignée, ou un point quelconque de la droite imaginaire, vous verrez toujours l'aiguille coïncider avec cette droite.

Cette observation me semble parfaitement compatible avec les explications que nous avons données, et résulter évidemment de ce que l'on voit toujours

(1) *Phil. Trans. of the R. S. of London*, 1838, p. 386.

deux apparences de l'aiguille qui coïncident exactement avec les lignes tracées sur le papier. L'apparence de l'aiguille à l'œil droit, coïncide dans toute sa longueur avec la ligne de gauche, quel que soit le point de l'aiguille par lequel passe l'axe optique, et de même l'apparence de l'aiguille à l'œil gauche coïncide partout avec la ligne de droite. Il s'ensuit que les deux apparences de l'aiguille et les deux lignes doivent toujours faire éprouver à l'observateur une sensation analogue.

Seconde expérience. On représente un objet en relief au stéréoscope, avec des lignes larges et colorées, tracées sur un fond de couleur complémentaire (par exemple des lignes rouges sur un fond vert). On éclaire fortement les dessins, et l'observateur a soin de ne fixer qu'un point de l'objet imaginaire. Si, fermant ensuite les yeux, il les couvre soigneusement de manière à exclure toute lumière extérieure, il apercevra un spectre lumineux représentant l'objet en relief. On sait que les spectres lumineux vus par un œil fermé, disparaissent et reparaissent alternativement. Ces alternatives ne se correspondent pas dans les deux yeux ; il en résulte que dans l'expérience que nous décrivons, l'observateur verra tantôt seulement le spectre de l'œil droit, tantôt celui de l'œil gauche, tantôt l'un et l'autre en même temps, et dans ces moments, la réunion des deux spectres représentera l'objet en relief (1).

Dans ce cas, on ne peut pas changer l'angle des axes optiques, afin de faire coïncider successivement les différentes parties de l'apparence vue de chaque œil. Mais je crois, néanmoins, que c'est encore par une espèce d'abstraction qu'on aperçoit alors l'objet simple et en relief. L'observateur a pu reconnaître la figure de l'objet dans le stéréoscope; puis connaissant ainsi parfaitement sa forme, l'apparence double des parties qu'il ne fixe pas lui fournit, pour ainsi dire, une preuve que ces parties ne sont pas à la même distance que celles qu'il voit simples; mais, comme nous l'avons déjà dit, il tire cette conclusion si promptement qu'il oublie les faits qui l'y ont conduit, et ne remarque pas qu'il voit véritablement doubles certaines parties de l'objet.

(1) Cette expérience ne m'a jamais très-bien réussi.

SECTION V.

Sur le mélange de couleurs différentes qui affectent sur chaque rétine une partie correspondante.

§ 16.

On admet dans la théorie de la vision binoculaire, que les impressions reçues sur deux points correspondants, sont perçues de la même manière que si ces impressions affectaient un seul point d'une même rétine. Il en résulte que dans le cas où l'on voit au même endroit avec un œil une surface d'une certaine couleur et avec l'autre œil une surface d'une couleur différente, on doit voir avec les deux yeux à la fois une surface d'une couleur intermédiaire. Si, par exemple, on voit au même endroit une surface bleue avec l'un des yeux et une surface rouge avec l'autre, on doit, il semble, apercevoir avec les deux yeux à la fois une surface violette. Il est facile d'étudier ce qui se passe en pareil cas, soit en plaçant devant chacun des yeux un verre d'une couleur différente, soit en disposant deux surfaces de couleurs différentes, chacune sur l'un des axes optiques, de manière à ce qu'elles paraissent coïncider.

Presque tous les auteurs qui ont écrit sur la vision parlent de cette expérience; les uns ont aperçu la couleur intermédiaire qui résulterait du mélange des deux couleurs exposées à leur vue, les autres prétendent qu'ils n'ont jamais pu voir les deux couleurs se combiner.

Dutour (1) fait déjà mention de ses observations à ce sujet. Il traça sur du papier deux cercles, l'un jaune et l'autre bleu, il les fit coïncider en louchant, et vit toujours un cercle bleu ou jaune, mais jamais un cercle vert. Comme cette manière d'opérer était un peu fatigante, il disposa dans un tube noirci

(1) Dutour. *Mém. prés. à l'Acad. des Sc. de Paris*, t. III (1740), p. 514. — t. IV (1743), p. 499. — t. V (1748), p. 677.

intérieurement, un verre bleu, et dans un autre tube semblable, un verre jaune; puis plaçant un de ces tubes devant chaque œil, il vit encore les objets sur lesquels il fixait les yeux, tantôt bleus, tantôt jaunes, selon l'œil sur lequel il concentrait son attention.

M. Wheatstone est revenu sur ces expériences, dans le mémoire où il attaque la théorie des points correspondants. Ayant présenté à chaque œil dans le stéréoscope des disques de couleurs différentes, ce physicien prétend avoir toujours vu clairement l'une des deux couleurs et jamais la teinte intermédiaire qui serait résultée de leur mélange (1).

Dans la même année où M. Wheatstone a publié ce mémoire, M. Mile (2) a aussi offert quelques objections à la théorie des points correspondants. Il se fonde, en particulier, sur ce qu'il n'est jamais parvenu à apercevoir une nuance intermédiaire, lorsqu'il présentait en même temps à chaque œil une couleur différente.

Aux expériences de M. Wheatstone et de M. Mile, on pourrait opposer celles de Janin (3), de Reid (4), de Walter (5), de Haldat (6), de Volkmann (7), de Völckers (8), etc. Ces auteurs ont reconnu que deux surfaces de couleurs différentes, dont l'une affecte dans l'un des yeux une partie correspondante à celle qu'affecte dans l'autre œil l'autre surface, peuvent offrir à l'esprit l'idée de la couleur composée (9). Mais je laisse de côté les autorités, et je vais tâcher d'appuyer mon opinion sur quelques faits que j'ai observés.

(1) C. Wheatstone. *Phil. Trans. of the R. S. of London*, 1838, p. 386.

(2) J. Mile. *Müller's Archiv*, 1838, p. 389. Ces objections à la théorie des points correspondants sont contenues dans un mémoire, dans lequel l'auteur s'oppose à l'hypothèse qui admet que les extrémités cérébrales des filets nerveux indiquent à l'esprit, par leur position relative, celle des extrémités périphériques de ces filets.

(3) J. Janin. *Mém. et observ. sur l'œil, etc.*, 1772, p. 39.

(4) Th. Reid. *An Inquiry, etc.*, Chap. VI, Sect, 13, §8.

(5) J.-G. Walter. *Samml. d. deüt. Abhandl. in d. berl. Akad. d. Wiss. vorg.*, 1788-89. Berlin, 1793, p. 9.

(6) Haldat. *Journal de Physique, etc.* Paris, 1806, t. 63, p. 387.

(7) A.-W. Volkmann. *Müllers Archiv*, 1838, p. 373.

(8) C. Völkers. *Müllers Archiv*, 1838, p. 60.

(9) Voyez aussi J. Müller. *Physiologie*, t. 2, p. 388, et Tourtual. *Müll. Archiv*, 1840, p. LXIV.

§ 17.

On a prétendu que lorsqu'on place un verre d'une certaine couleur devant l'un des yeux, et un verre d'une couleur différente devant l'autre œil, on n'aperçoit pas, sur une surface blanche vue des deux yeux, une teinte intermédiaire à celle des deux verres. Mais comment reconnaître cette couleur intermédiaire si l'on n'a pas devant soi de couleur qui puisse servir de comparaison? On sait que lorsque l'on met des lunettes bleues, les objets paraissent, au bout de très-peu d'instants, avoir leur couleur naturelle, et l'on ne s'aperçoit plus de la légère teinte bleue qui se trouve également répandue sur tout ce que l'on voit. Il en est de même dans l'expérience des verres différemment colorés ; si l'on place, par exemple, un verre bleu devant l'œil droit, et un verre rouge devant l'œil gauche, on peut au premier moment apercevoir, sur une feuille de papier blanc, une teinte violacée; mais bientôt on ne la reconnaît plus; on s'habitue à cette teinte répandue uniformément sur tous les objets.

L'existence de cette teinte intermédiaire peut toutefois être constatée par l'expérience suivante, fondée sur une remarque faite par Leonardo da Vinci (1). Regardez la voûte céleste au travers d'une croisée; le montant vertical de la croisée ne cachera pas à chacun de vos yeux exactement la même portion du ciel. Il y aura une lisière, ordinairement le long du bord gauche du montant, qui cachée à l'œil droit, sera vue seulement de l'œil gauche, et une lisière le long du bord droit qui ne sera vue que de l'œil droit.

Si vous placez un verre rouge devant l'œil droit, et un verre bleu devant l'œil gauche, vous verrez le long du bord droit du montant une lisière rouge, et le long du bord gauche une lisière bleue; vous reconnaîtrez aussi une teinte rouge sur le ciel le long du bord vertical gauche du cadre de la croisée, et une teinte bleue le long du bord droit; le reste du ciel paraîtra d'une couleur uniforme. Vous ne voyez donc réellement pas le ciel bleu, car dans ce cas vous ne

(1) Si l'on a devant soi un corps quelconque de petites dimensions, ce corps dérobera aux yeux la vue de quelques objets plus éloignés, mais il ne cachera pas à chacun des yeux exactement les mêmes objets. Voyez Leonardo da Vinci *Trattato della Pittura,* cap. 341.

pourriez pas apercevoir une lisière de même couleur ; et vous ne le voyez pas rouge, puisque vous reconnaissez une lisière rouge. Le ciel paraît d'une teinte intermédiaire entre ces deux couleurs.

J'ai pris pour exemple un verre bleu et un verre rouge ; on observe un phénomène analogue quand on emploie des verres de deux autres couleurs.

Il n'est peut-être pas inutile de dire que cette expérience ne réussit que parce que le montant de la croisée est fort peu éclairé, comparativement à la voûte du ciel. Remarquons, en effet, que dans l'œil gauche, par exemple, la partie correspondante à celle qui, dans l'œil droit, aperçoit la lisière rouge sur le ciel, reçoit des rayons lumineux du montant de la croisée ; et ces rayons sont bleus, parce que nous avons supposé un verre bleu placé devant l'œil gauche. Mais comme le montant est très-peu éclairé, il envoie très-peu de rayons lumineux, et la légère coloration en bleu de son image sur la rétine gauche disparaît à notre esprit devant la forte coloration en rouge de la partie correspondante sur la rétine droite. Si l'on essaie de faire l'expérience en regardant une feuille de papier blanc, et en interposant un corps blanc, par exemple la tige d'une plume d'oie, entre les yeux et le papier, on ne verra point de trace bleue, ni de trace rouge ; parce que le corps interposé envoyant à peu près autant de rayons lumineux que le papier, tous les points de l'une et de l'autre rétine seront également éclairés.

Voici une seconde expérience qui démontre le mélange des couleurs dans la vision binoculaire. Tenez devant chaque œil un verre d'une couleur différente, et regardez une feuille de papier blanc. Si tout en fixant constamment le papier au travers des verres, vous les éloignez ensemble et lentement de vos yeux, il viendra un moment où l'apparence de l'un des verres, vu de l'œil droit, coïncidera avec celle de l'autre verre vu de l'œil gauche. Vous ne manquerez pas alors de voir la couleur intermédiaire à celles des deux verres, et vous la reconnaîtrez d'autant plus facilement que vous aurez devant vous, de chaque côté de l'apparence composée, celle de l'une des apparences primitives (1).

Dans le stéréoscope, je suis toujours parvenu à voir une couleur intermé-

(1) Dans cette expérience, les deux apparences du milieu qui se confondent, sont d'une couleur moins foncée que celles qui sont de chaque côté. C'est que les rayons lumineux qui, venant du papier, vont pein-

diaire à celles que je présentais à chaque œil, et plusieurs observateurs non prévenus l'ont reconnue ainsi que moi. Mais il faut ici s'entendre sur ce que c'est que la couleur intermédiaire que l'on voit dans ce cas. Quelques physiciens n'ayant pas vu du vert lorsqu'ils présentaient à l'un des yeux, du jaune et à l'autre du bleu, ont prononcé qu'il n'y avait pas mélange de ces couleurs ; mais les couleurs dont ils se sont servis n'étaient probablement point simples. Les couleurs que l'on emploie ordinairement sont bien loin de ne réfléchir que des rayons colorés d'une espèce; il s'ensuit que souvent le mélange de ces couleurs ne donne pas la couleur composée qui semblerait *à priori* devoir en résulter. On obtient, dans beaucoup de cas, une couleur sale à laquelle on ne sait souvent pas quel nom donner, une espèce de gris plus ou moins foncé. Le mélange du bleu et du jaune, par exemple, donne souvent une couleur gris bronzé.

Cette imperfection dans la pureté des couleurs n'empêche point qu'il n'y ait un mélange dans le stéréoscope, et l'on peut s'en assurer en comparant à chacune des deux couleurs, la nuance qui résulte de leur combinaison.

Faites coïncider dans le stéréoscope un cercle bleu avec un cercle jaune; dessinez ensuite *au-dessus* du cercle jaune, un second cercle de même couleur, et *au-dessous* du cercle bleu, un autre cercle bleu. Si vous jetez les yeux sur les apparences présentées dans le stéréoscope, vous verrez trois cercles les uns au-dessus des autres. Le cercle supérieur sera jaune, le cercle inférieur bleu, et celui du milieu sera différent, soit du bleu, soit du jaune; et offrira une nuance intermédiaire qui variera selon la pureté des couleurs que vous aurez employées. Elle sera verte si le bleu et le jaune sont bien simples et réfléchissent le moins de rayons possibles d'une autre couleur. Elle offrira une teinte sale, ordinairement d'un vert bronzé, si le bleu et le jaune sont impurs.

On observe un phénomène analogue, quelles que soient les couleurs que l'on emploie.

dre sur chaque rétine l'une des images du milieu, traversent chaque verre moins obliquement que ceux qui forment sur les rétines les images répondant aux apparences de chaque côté.

La couleur intermédiaire, résultant de la coïncidence des deux apparences du milieu, doit être d'une teinte plus claire que celle qui résulterait de la superposition véritable des deux verres; parce que les rayons lumineux qui affecteraient la rétine dans ce cas, auraient tous passé au travers des deux verres, tandis que lorsque ce sont seulement deux apparences qui coïncident, chaque rayon lumineux qui affecte l'une des rétines, n'a traversé réellement qu'un verre.

Cette expérience prouve qu'il s'opère un mélange des couleurs qui affectent des parties correspondantes sur les deux rétines. Elle est concluante, parce qu'elle offre des points de comparaison, en fournissant le moyen de rapporter la teinte intermédiaire à chacune des couleurs qui la composent. On peut, au reste, faire beaucoup d'autres expériences qui démontrent également le mélange des couleurs, je me bornerai à indiquer la suivante :

On dessine deux cercles de même couleur, par exemple deux cercles rouges, et on fait coïncider dans le stéréoscope, l'un des deux avec un cercle d'un bleu peu foncé, et l'autre avec un cercle d'un jaune clair. On voit alors deux cercles rouges, à cause de la plus grande intensité que l'on a donnée à la couleur rouge ; mais les deux cercles ne sont pas de la même nuance, ce qui prouve qu'il y a un mélange du bleu avec l'un des cercles rouges, et un mélange du jaune avec l'autre.

§ 18.

Lorsque l'on fait des expériences sur le mélange des couleurs affectant des parties correspondantes sur les deux rétines, on observe un phénomène singulier. Si l'on cherche à reconnaître la couleur que l'on voit des deux yeux, on aperçoit d'abord l'une des couleurs primitives, puis tout à coup elle est remplacée par l'autre, ensuite la première reparaît, et il y a ainsi un changement rapide et alternatif entre les deux couleurs, pendant un temps plus ou moins prolongé, au bout duquel on parvient enfin à voir par intervalles la nuance intermédiaire qui, peu à peu, devient de plus en plus stable.

Müller (1) attribue ce phénomène à ce que, dans la vision binoculaire, l'attention se porte tantôt sur les apparences vues par l'un des yeux, tantôt sur celles qu'aperçoit l'autre ; il pense que les deux yeux sont dans une espèce de lutte constante, tantôt c'est l'œil droit qui l'emporte et l'on croit voir seulement la couleur qui affecte cet œil ; tantôt c'est le gauche qui a le dessus, et l'on perçoit alors la sensation de la couleur qui affecte l'œil gauche ; tantôt aussi on voit également avec les deux yeux, c'est le moment où l'on aperçoit la couleur intermédiaire.

(1) J. Müller. *Physiologie*, t. 2, p. 387.

Cette remarque de Müller sur la lutte qui semble s'établir entre les deux yeux, se trouve vérifiée par d'autres expériences, dans lesquelles on peut aussi observer une espèce d'inégalité momentanée et alternative entre les impressions reçues sur les deux rétines. Si l'on tend un fil dans une direction voisine de celle de la perpendiculaire élevée au milieu de la droite qui joindrait les centres des rétines, et si l'on fixe les yeux sur un point du fil vers le milieu de sa longueur, on verra le fil double et les deux apparences se croiseront au point que l'on fixe (1). On remarquera que l'on voit plus nettement tantôt l'une des apparences, tantôt l'autre. Tantôt l'apparence vue de l'œil droit semble bien continue et traverse celle vue de l'œil gauche, qui elle-même est interrompue vers le point de mire; tantôt c'est le contraire qui a lieu, et l'apparence vue de l'œil gauche passe au travers de celle de l'œil droit. On parvient difficilement à voir les deux apparences avec la même netteté.

Cette expérience prouve que dans la vision binoculaire l'attention peut se porter presque exclusivement sur l'un des yeux. Cela a surtout lieu si l'on essaie de reconnaître ce que l'on voit avec chaque œil séparément, et si l'on cherche à analyser les sensations que l'on éprouve. Lorsqu'on regarde avec une certaine indifférence, l'attention se partage mieux entre les deux yeux, et les apparences vues par chaque œil deviennent pour l'esprit plus égales en intensité et plus durables.

Plusieurs circonstances contribuent à augmenter l'espèce de lutte qui s'établit entre les deux yeux dans l'expérience du mélange des couleurs différentes affectant des parties correspondantes sur les deux rétines. Lorsque les deux objets colorés ne sont pas exactement à la même distance de l'observateur, on éprouve souvent une grande difficulté à reconnaître la couleur intermédiaire. C'est que dans ce cas l'ajustement étant différent, selon l'objet que l'on regarde, il est probable que l'attention se porte presque exclusivement sur l'œil qui voit l'apparence distincte. L'inégalité des yeux de l'observateur nuit aussi au mélange des couleurs. La différence d'éclairement des deux couleurs a quelquefois le même effet, en déterminant l'attention à se porter sur celui des yeux

(1) On concevra pourquoi le fil doit présenter ces apparences, en recourant à la figure 4 (pl. 1). Si la droite BC n'est pas exactement dans le plan des axes, elle doit présenter aux deux yeux à la fois les apparences en croix $B'C'$ et $B''C''$.

pour lequel la pupille a pris une dimension en rapport avec la quantité de lumière qu'il reçoit.

Peut-être doit-on toujours chercher dans l'une de ces trois circonstances, la cause primitive de la lutte entre les deux yeux, qui fait l'objet de ce paragraphe. On va voir que l'examen de ce qui se passe quand deux couleurs différentes affectent un point de la même rétine, semble donner un certain degré de probabilité à cette supposition.

§ 19.

Les expériences sur le mélange des couleurs qui affectent des parties correspondantes des deux yeux, conduisent à rechercher la sensation que causeraient des rayons lumineux de couleurs différentes tombant sur un seul point d'une même rétine. M. Volkmann (1) a déjà publié quelques observations à ce sujet; il place verticalement à deux pouces de l'œil une petite bande de papier coloré, plus étroite que le diamètre de la pupille, puis il dispose horizontalement à un pied de l'œil une autre bandelette plus large et d'une couleur différente. Dans cette expérience, les deux bandelettes semblent continues et se traverser l'une l'autre. M. Volkmann regarde tantôt la bandelette la plus éloignée, tantôt la plus rapprochée, et il prétend qu'au point de croisement des deux objets, l'œil ne distingue pas la couleur intermédiaire à celles des bandelettes, quoique quelquefois la couleur que l'on aperçoit, paraisse légèrement modifiée par l'autre.

Les observations de M. Volkmann tendraient à réfuter l'objection à la théorie des points correspondants, fondée sur ce que deux couleurs ne se mélangent pas quand elles affectent des parties correspondantes des deux rétines; elles semblent en effet, montrer que la même chose a lieu lorsque les deux couleurs différentes affectent un seul point d'une même rétine. Mais nous avons essayé de prouver (§ 17) qu'il y a véritablement mélange des couleurs, quand deux points correspondants sont affectés par des couleurs différentes, et nous ne pouvons pas admettre les conclusions de M. Volkmann. Les expériences de ce physio-

(1) *Müller's Archiv*, 1838, p. 373.

logiste ne sont pas décisives, et M. Mile(1) a déjà en partie réfuté les conséquences que l'on pouvait en tirer.

La grande différence de netteté entre les images formées sur la rétine par les deux bandelettes doit nuire à ces expériences. Lorsqu'on regarde la bandelette la plus rapprochée, l'ajustement de l'œil fait que l'image de cette bandelette est beaucoup plus nette et plus colorée que l'autre ; le contraire a lieu lorsqu'on regarde la bandelette la plus éloignée. Dans chacun de ces cas on doit voir, au point de croisement des deux objets, la couleur de celle des bandelettes pour laquelle l'œil est ajusté ; il faudrait certaines circonstances particulières, comme par exemple une différence dans l'intensité ou l'éclairement des deux couleurs, pour que la couleur de la bandelette qui n'est pas ajustée, pût produire sur la rétine une impression aussi forte que la couleur de celle qu'on ajuste. Néanmoins la couleur que l'on aperçoit est toujours plus ou moins modifiée par l'autre ; M. Volkmann dit lui-même (2) que lorsqu'on ne voit que la couleur de l'une des bandelettes, cette couleur ne paraît jamais parfaitement la même que celle que l'on verrait si l'on enlevait l'autre bande de papier.

M. Volkmann raconte (3) qu'il lui est souvent arrivé d'apercevoir l'une des couleurs au travers de l'autre. Voyait-il alors véritablement les deux couleurs à la fois au même endroit ? C'est ce qu'il n'ose affirmer, mais il ne sait pas exprimer autrement la sensation qu'il éprouvait. M. Tourtual(4) ayant répété les expériences dont nous nous occupons, confirme cette observation. Ce phénomène peut s'expliquer, selon moi, par un changement dans l'ajustement de l'œil, et vient à l'appui des remarques qui précèdent. Il me semble probable que dans l'expérience des deux bandelettes, tout en croyant fixer continuellement l'une d'elles, on regarde quelquefois l'autre, en l'ajustant de temps en temps rapidement et sans en avoir le sentiment. Le changement d'ajustement fait percevoir à l'œil une différence dans la distance des deux couleurs, mais cette opération se fait avec tant de promptitude que l'observateur ne s'en doute pas, et qu'il croit fixer constamment la même bandelette.

Désireux de vérifier par l'expérience les idées que je m'étais faites sur le mé-

(1) *Müller's Archiv*, 1839, p. 64.
(2) *Müller's Archiv*, 1838, p. 380, III.
(3) *Müller's Archiv*, 1838, p. 384.
(4) *Müller's Archiv*, 1840, p. LXVII.

lange des couleurs sur la rétine, j'ai cherché un moyen de voir avec un œil deux objets au même endroit.

On peut arriver à ce résultat avec un prisme. Supposons que l'on fasse arriver un faisceau lumineux dans un endroit obscur au travers d'un petit trou dans un volet. Si l'on place un prisme sur son passage, le faisceau sera ordinairement divisé; l'un des faisceaux émergents suivra la direction des rayons réfractés, l'autre aura subi une réflexion dans le prisme. On peut, en changeant l'inclinaison du prisme, parvenir à égaliser les deux faisceaux émergents; de telle sorte que le faisceau primitif se divise en deux faisceaux de même intensité. Supposons l'œil placé en un endroit quelconque du faisceau qui tombe sur le prisme; si l'on regarde dans la direction du prisme, et si l'on ouvre les volets, on verra nécessairement au même endroit les objets placés à la même distance du prisme dans les directions qu'occupaient les deux faisceaux émergents.

Pour faire des expériences sur le mélange des couleurs, il suffit de placer les deux couleurs chacune dans la direction de l'un des faisceaux émergents et à égale distance du prisme. Mais il faut employer un prisme achromatique, car comme les couleurs dont on se sert ordinairement ne sont pas parfaitement simples, il s'opère une décomposition de couleurs, qui gêne l'observation quand on fait usage d'un prisme ordinaire.

Les prismes achromatiques étant des instruments assez rares, j'indiquerai un moyen plus simple de voir avec un œil deux objets au même endroit. Quand des rayons lumineux tombent sur une lame de verre transparent en faisant un angle d'incidence considérable, une partie de ces rayons traverse la lame de verre et l'autre partie est réfléchie. Plus l'angle d'incidence est grand, plus il y a de rayons réfléchis; plus il est petit, plus il y a au contraire de rayons transmis au travers du verre; et il existe un angle d'incidence tel, qu'un faisceau lumineux tombant sur une lame de verre selon cet angle, se partage en deux faisceaux égaux, dont l'un est réfléchi et l'autre traverse le verre pour sortir de l'autre côté.

Dessinez sur une feuille de papier, posée horizontalement, deux petits cercles de mêmes dimensions, mais de couleurs différentes. (*A* et *B*, fig. 12, pl. 3). Disposez ensuite une lame de verre (*CD*) verticalement sur le papier entre les deux cercles et perpendiculairement à la droite qui joindrait les centres de ces cercles. Placez ensuite l'œil au-dessus de la lame de verre, de telle sorte que les deux cercles vus l'un par réflexion et l'autre par transparence, paraissent au même endroit. Vous verrez alors les deux couleurs se combiner. Toutefois,

l'une d'elles pourra être plus apparente que l'autre ; l'on parvient à les égaliser, en augmentant ou en diminuant l'angle d'incidence des rayons colorés qui affectent l'œil, selon que c'est la couleur réfléchie ou la couleur transmise qui est la plus apparente.

On peut obtenir facilement ce résultat, soit en inclinant légèrement la lame de verre du côté de la couleur la moins apparente, sans bouger la tête; soit, et cela vaut mieux, en éloignant l'œil verticalement du papier, si c'est la couleur transmise qui domine ; ou en rapprochant l'œil, si c'est la couleur réfléchie qui est la plus apparente (1).

Après quelques tâtonnements, on parvient bientôt à rendre les deux couleurs égales en intensité, on les voit se mélanger et l'on reconnaît une teinte intermédiaire tout à fait stable. On ne voit point l'une des couleurs au travers de l'autre comme dans les expériences de M. Volkmann ; et l'on n'aperçoit jamais entre les deux couleurs rien qui ressemble à l'espèce de lutte que l'on observe si souvent dans le mélange des couleurs au stéréoscope. Je rappelle que j'entends par teinte intermédiaire, non pas celle que donnerait selon la théorie, le mélange de deux couleurs parfaitement simples ; mais une teinte, souvent peu déterminée, différente de chacune des couleurs qui la composent, et formée de leur mélange. Ainsi le jaune et le bleu ne donnent pas toujours le vert dans l'expérience que je viens de décrire ; très-souvent ils offrent une teinte sale, bronzée, semblable à celle que l'on observe dans leur mélange au stéréoscope.

Cette expérience sert à confirmer les opinions que nous avons émises sur

(1) Ce moyen de voir avec un œil deux objets au même endroit, fournit quelques expériences intéressantes, mais un peu étrangères au sujet qui m'occupe ici. Je veux toutefois faire mention de l'observation suivante, qui montre combien ce que l'on voit dépend du point de la rétine sur lequel se porte l'attention. On place deux objets différents, par exemple, un livre et un écritoire, de telle façon que vus, l'un par réflexion et l'autre par transparence (ou par réfraction dans le cas où l'on se sert d'un prisme) ils paraissent au même endroit, à la même distance de l'œil. Dans ce cas, on peut distinguer et plus ou moins isoler chacune des apparences, et l'on parvient à reconnaître tantôt le livre, tantôt l'écritoire. Cela tient à ce que les contours de ces objets n'affectent pas les mêmes points sur la rétine, et l'attention peut se porter tantôt sur les contours de l'image de l'un des objets, tantôt sur ceux de l'autre. Lorsque les deux objets affectent exactement les mêmes points de la rétine, on ne peut pas les distinguer. C'est ce qui a lieu dans l'expérience du mélange des couleurs et aussi lorsque les deux objets ont des contours parfaitement semblables.

le mélange des couleurs dans les deux yeux. Elle fournit des résultats tout à fait analogues à ceux qu'on observe en particulier dans le stéréoscope. Ils n'en diffèrent que par l'absence de lutte entre les deux couleurs. Cette lutte, qui s'observe lorsque deux points correspondants sont affectés en même temps, peut résulter, comme nous l'avons déjà dit, de ce que l'attention a la faculté de se porter presque exclusivement sur l'apparence vue par l'un des yeux; mais peut-être doit-on attribuer la lutte principalement à une différence, soit dans l'ajustement des yeux, soit dans le diamètre de la pupille, suivant que l'on aperçoit la couleur présentée à l'œil droit ou celle offerte à l'œil gauche.

SECTION VI.

Sur les apparences visuelles résultant des mouvements de rotation des yeux autour de leur axe.

§ 20.

M. Mile, dans le mémoire dont nous avons déjà parlé à la section précédente (1), fait encore une observation qui tendrait à infirmer la théorie des points correspondants. Il est facile de comprendre que les deux apparences d'une même droite perpendiculaire au plan des axes optiques et qui ne traverse pas la circonférence des points vus simples sur ce plan, que ces deux apparences, dis-je, doivent être parallèles (2); et c'est en effet ce que l'expérience apprend. Mais cela ne peut être vrai que si les yeux n'exécutent aucun mouvement de rotation autour de leur axe, ou bien si de tels mouvements sont toujours parfaitement semblables dans les deux yeux. Quand l'un des yeux exécuterait un mouvement de

(1) *Müller's Archiv,* 1838, p. 397.

(2) Nous employons avec M. Mile, le mot de parallèle dans un sens impropre; il serait plus exact de dire que les deux apparences sont sensiblement parallèles. La géométrie des visibles (T. Reid. *An Inquiry, etc.,* Ch. VI, sect. 9), enseigne qu'on ne voit pas exactement parallèles deux droites réellement parallèles dans l'espace; il en est de même de deux apparences d'une même droite vue des deux yeux.

rotation autour de son axe, pendant que l'autre resterait immobile, les conditions de la vision seraient tout à fait changées, car alors les points situés de chaque côté et à égale distance du milieu de chaque rétine, sur le plan des axes optiques, ne seraient plus des points correspondants. Dans ce cas, deux apparences d'une droite perpendiculaire au plan des axes ne pourraient pas être parallèles.

Lorsque nous changeons l'angle que font entr'eux nos axes optiques, nous voyons deux apparences d'un même objet se séparer parallèlement, sans qu'elles s'inclinent l'une par rapport à l'autre. Cela résulte évidemment de ce que les deux yeux sont liés ensemble par certaines lois de sympathie qui font en particulier, qu'un œil ne peut ordinairement pas exécuter un mouvement de rotation autour de son axe, sans que l'autre œil en exécute un parfaitement semblable. En pressant avec le doigt sur le globe de l'un des yeux, on peut lui faire prendre des positions anormales et quelquefois le faire un peu tourner sur son axe, pendant que l'autre œil ne bouge point. M. Mile a cru remarquer que quelle que soit la différence de position qu'on parvienne à donner à un œil par rapport à l'autre en le pressant avec le doigt, les deux apparences d'un même objet sont toujours parallèles; et il tire avec raison de cette observation, des conclusions défavorables à l'hypothèse des points correspondants.

Je ne puis m'empêcher de croire que cette expérience n'a pas été suffisamment répétée par M. Mile; car j'ai été conduit en la faisant, à des résultats opposés; je peux facilement voir deux apparences d'un même objet, inclinées l'une par rapport à l'autre, lorsque j'appuie le doigt sur l'un de mes yeux, de manière à lui faire décrire un léger mouvement autour de son axe.

§ 21.

Appuyez avec le doigt sur le milieu de la paupière inférieure de l'un de vos yeux, de manière à retirer cette paupière vers la tempe, tout en ayant l'œil bien ouvert. Vous observerez deux apparences non parallèles des objets placés dans le champ de la vision. Vous remarquerez, en outre, si vous regardez un crayon placé verticalement ou le montant vertical d'une fenêtre, qu'au-dessus du point où se croisent les deux apparences (ou si ce point ne peut être vu, au-

dessus de celui où elles devraient se croiser), vous remarquerez, dis-je, qu'au-dessus de ce point, l'apparence de gauche, appartient à l'œil gauche et celle de droite à l'œil droit; tandis qu'au-dessous du point de croisement, c'est à l'œil droit qu'appartient l'apparence de gauche et à l'œil gauche celle de droite (1).

On observe des apparences parfaitement semblables, si au lieu d'appuyer sur la paupière inférieure, comme je viens de le supposer, on presse sur le milieu de l'une des paupières supérieures, mais en la poussant du côté du nez. Il est clair que dans ces deux cas on fait décrire à l'œil un mouvement de rotation dans le même sens.

Ces observations sont parfaitement conformes à la théorie. Quand on appuie sur le globe de l'un des yeux, de manière à le faire tourner sur son axe dans le sens que nous venons d'indiquer, deux points correspondants pris sur la portion supérieure de chaque rétine, se trouvent plus rapprochés l'un de l'autre qu'à l'ordinaire ; tandis que deux points correspondants pris sur la portion inférieure des rétines sont plus éloignés que dans l'état normal.

La figure 13 (pl. 3), représente les deux rétines vues en face et les lignes ab et $a'b'$ sont deux images d'un même objet peintes sur ces rétines et affectant des points correspondants. Supposons que l'on fasse tourner la rétine G autour de son axe, de telle sorte que les points de cette rétine situés auparavant en $a'b'$ se trouvent maintenant en cd ; le point c correspondra dans cette hypothèse au point a de l'autre rétine et le point d au point b. L'objet se projettera toujours en ab et en $a'b'$; mais les points sur lesquels sont peints ces images n'étant plus correspondants, l'observateur devra voir deux apparences ; et, puisqu'il perçoit les images des objets qui affectent les deux rétines, comme si ces organes étaient superposés de telle sorte que les points correspondants coïncident, il doit apercevoir deux apparences en croix (fig. 13, *DG*).

On peut voir sur les rétines superposées (*DG*), qu'au-dessus du point de croisement en o, l'image de gauche ob' appartient à la rétine gauche G, tandis que l'image de droite ob appartient à la rétine droite D. Mais à cause du ren-

(1) Pour que cette expérience et les suivantes réussissent, il ne faut pas appuyer trop longtemps sur le globe de l'œil, mais plutôt passer le doigt sur la paupière, en exerçant une pression dans le sens indiqué.

versement qui s'opère dans la vision, l'apparence de l'image *ob'* devra être vue au-dessous du point de croisement et à droite de l'apparence de l'image *ob*. Dans la figure *DG* au-dessous du point *o*, l'image de gauche *oa* appartient à la rétine droite *D*, tandis que l'image de droite *oa'* appartient à la rétine gauche *G*. Mais l'apparence de l'image *oa* devra être vue au-dessus du croisement des deux apparences et à droite de l'apparence de l'image *oa'*. Il résulte de ce qui précède, qu'au-dessous du point de croisement des deux apparences dans l'espace, celle de gauche résulte de l'image peinte sur la rétine droite, et celle de droite de l'image peinte sur la rétine gauche; tandis qu'au-dessus du point de croisement, c'est le contraire qui doit avoir lieu. C'est là précisément ce que l'expérience nous avait appris.

Un raisonnement analogue explique les apparences que l'on observe, quand on fait tourner le globe de l'œil en sens inverse. Appuyez avec le doigt sur l'une des paupières supérieures, de manière à la tirer vers l'oreille, vous apercevrez deux apparences non parallèles d'un même objet; et vous remarquerez qu'au-dessus du point où se croisent les deux apparences (ou si vous ne voyez pas ce point, au-dessus de celui où elles se croiseraient), c'est à l'œil droit qu'appartient l'apparence de gauche, et à l'œil gauche celle de droite; au contraire, au-dessous du point de croisement, l'apparence de gauche appartiendra à l'œil gauche et celle de droite à l'œil droit (1).

On peut augmenter encore plus l'inclinaison des deux apparences visibles d'un même objet, en faisant décrire aux deux yeux à la fois un mouvement de rotation en sens contraire; en appuyant, par exemple, sur le milieu de chacune des paupières supérieures, de manière à tirer chacune d'elles vers l'oreille qui est de son côté.

(1) Il est curieux de remarquer que si l'on presse sur la paupière inférieure, en la poussant du côté du nez, les apparences sont très-souvent les mêmes que si l'on tirait cette paupière en sens inverse. Il faut donc que l'on fasse décrire à l'œil dans ces deux cas, un mouvement de rotation dirigé dans le même sens. Voici à quoi j'attribue ce phénomène. Lorsque l'on presse sur la paupière inférieure, on fait nécessairement remonter l'œil dans son orbite. Mais la portion supérieure de la sclérotique est retenue vers la paroi intérieure de l'orbite par le tendon du muscle grand oblique; il suit de là que le globe de l'œil ne pourra pas remonter dans l'orbite sans décrire un léger mouvement de rotation dirigé, dans la partie supérieure de l'œil, de dehors en dedans et par conséquent dans sa partie inférieure du dedans au dehors.

§ 22.

Non-seulement, contrairement à l'opinion de M. Mile, on parvient à voir deux apparences non parallèles d'un même objet, au moyen d'une pression sur le globe de l'œil ; mais on peut aussi obtenir deux apparences analogues, sans aucune action extérieure, uniquement au moyen des muscles de l'œil.

Fixez les yeux sur le bout (ou encore mieux sur le bord des ailes) du nez, et vous ne manquerez pas de voir deux apparences d'un objet placé perpendiculairement au plan des axes, inclinées l'une par rapport à l'autre. Vous reconnaîtrez aussi qu'au-dessus du point où se croiseraient les deux apparences, chacune d'elles appartient à l'œil situé du même côté. Ceci montre, d'après ce que nous avons dit dans le paragraphe précédent (§ 21), que les mouvements de rotation des yeux ont dû être de nature à éloigner deux points correspondants pris sur la portion inférieure de chaque rétine, et à rapprocher, au contraire, deux points correspondants pris sur la portion supérieure de ces organes. Ce sont là les mouvements de rotation que font décrire aux yeux les muscles grands obliques, et l'on sait que ces muscles sont ceux qui contribuent surtout à diriger les axes optiques en bas et en dedans, et qui permettent par conséquent de fixer les ailes du nez.

Le muscle petit oblique imprime au globe de l'œil un mouvement de rotation en sens contraire de celui que lui fait décrire le muscle grand oblique. Le muscle petit oblique tend donc à rapprocher deux points correspondants, s'ils sont placés sur la portion inférieure de chaque rétine, et à les éloigner, s'ils sont sur la portion supérieure de chacun de ces organes. Il en résulte qu'en faisant agir ce muscle, on doit voir les deux apparences d'un même objet inclinées l'une par rapport à l'autre : au-dessous du point où se croisent ces apparences, chacune d'elles doit appartenir à l'œil situé du même côté, tandis que le contraire doit avoir lieu au-dessus du point de croisement.

L'expérience est facile à faire; on sait que le muscle petit oblique, outre le mouvement de rotation qu'il imprime à l'œil, dirige en même temps l'axe optique en haut et en dedans. C'est donc ce muscle qui est en jeu, quand on essaie de fixer les yeux sur le haut du nez, entre les deux sourcils. En exécu-

tant ce mouvement, on voit, en effet, que les deux apparences visibles d'un objet placé dans l'espace, ne sont pas parallèles, et qu'au-dessous du point où se croiseraient ces apparences, chacune d'elles appartient à l'œil situé du même côté.

CONCLUSIONS.

Il existe des points correspondants sur les deux rétines ; ces points sont tels, qu'affectés en même temps, ils produisent la perception d'une apparence lumineuse unique. Deux points correspondants sont semblablement situés sur l'une et l'autre rétines.

Lorsque deux points qui n'occupent pas sur l'une et l'autre rétines des positions semblables, sont affectés à la fois, ils produisent la perception de deux apparences lumineuses différentes.

Le lieu des points vus simples dans la vision binoculaire, se compose sensiblement : d'une circonférence de cercle passant par le point de mire et par les centres des yeux ; et d'une perpendiculaire au plan des axes optiques, élevée par le point de mire.

Les droites perpendiculaires au plan des axes optiques et qui traversent la circonférence des points vus simples dans ce plan, sont toujours vues simples avec les deux yeux, si elles sont suffisamment prolongées. Il en est de même des lignes droites ou courbes situées dans le plan des axes, pourvu toutefois que les différentes parties de ces lignes ne soient pas à des distances très-inégales de l'observateur.

Une surface plane ou courbe est toujours vue simple des deux yeux, si cette surface est suffisamment prolongée, si elle présente une apparence uniforme et si, de plus, ses divers points ne sont pas situés à des distances très-inégales de l'observateur.

Dans la vision binoculaire, il arrive ordinairement que l'attention se porte presque exclusivement sur le point de l'espace que l'on fixe. C'est en fixant successivement et rapidement les différentes parties des objets, que l'on parvient à reconnaître leur figure et leur position dans l'espace.

Les observations faites par M. Wheatstone sur l'apparence de relief qu'offrent les objets représentés dans le stéréoscope, peuvent très-bien s'expliquer sans qu'il soit nécessaire de renoncer à la théorie des points correspondants.

Lorsque deux parties correspondantes sur les rétines sont affectées chacune par une couleur différente, l'observateur aperçoit une nuance intermédiaire entre les deux couleurs exposées à sa vue.

Lorsqu'on fait décrire à l'un des yeux un mouvement de rotation autour de son axe, sans que l'autre œil en exécute un semblable, tous les points de l'espace sont vus doubles, excepté celui auquel se coupent les axes optiques. Les deux apparences que l'on aperçoit dans ce cas pour chaque objet, ne sont pas parallèles, mais paraissent inclinées l'une par rapport à l'autre.

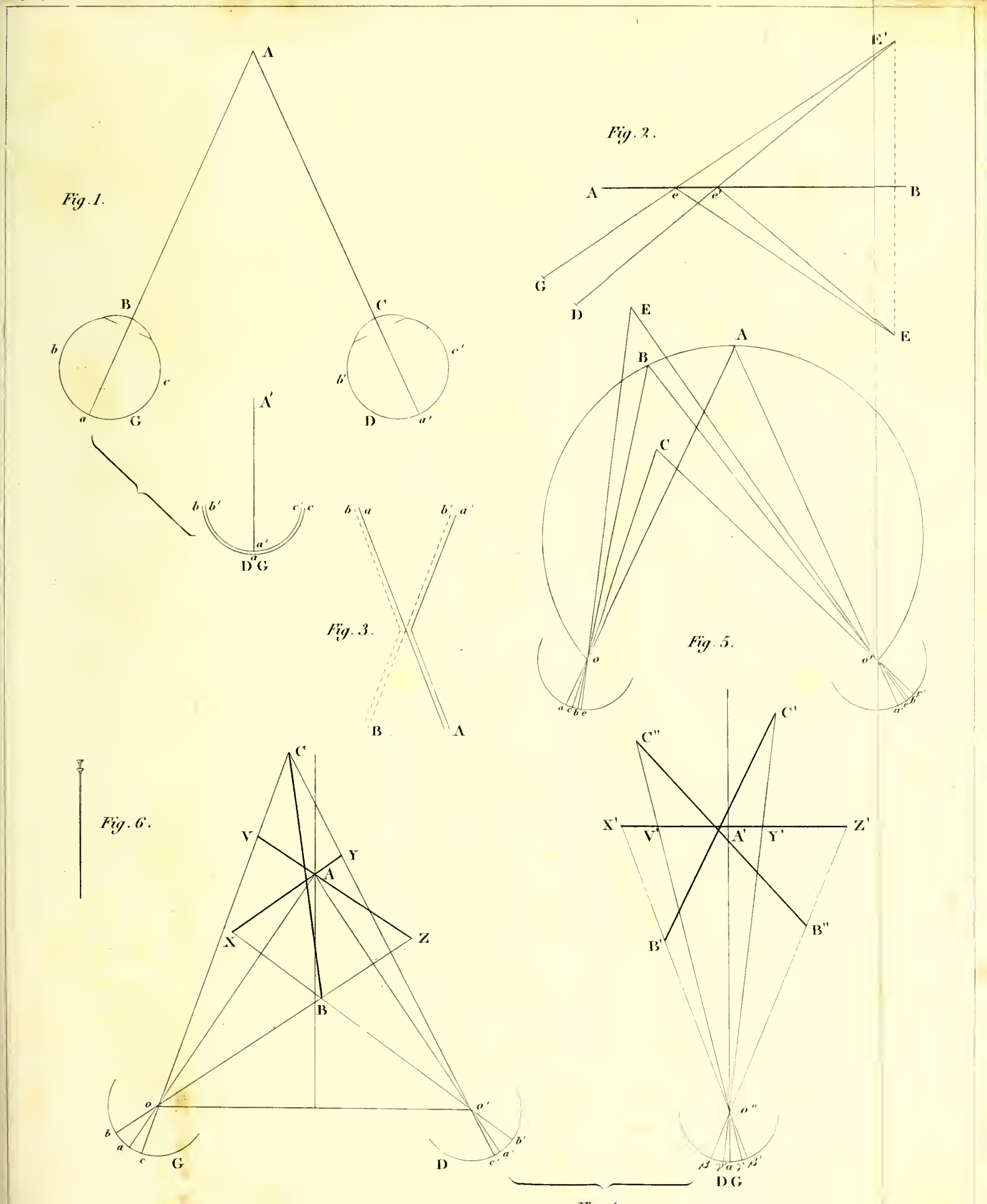
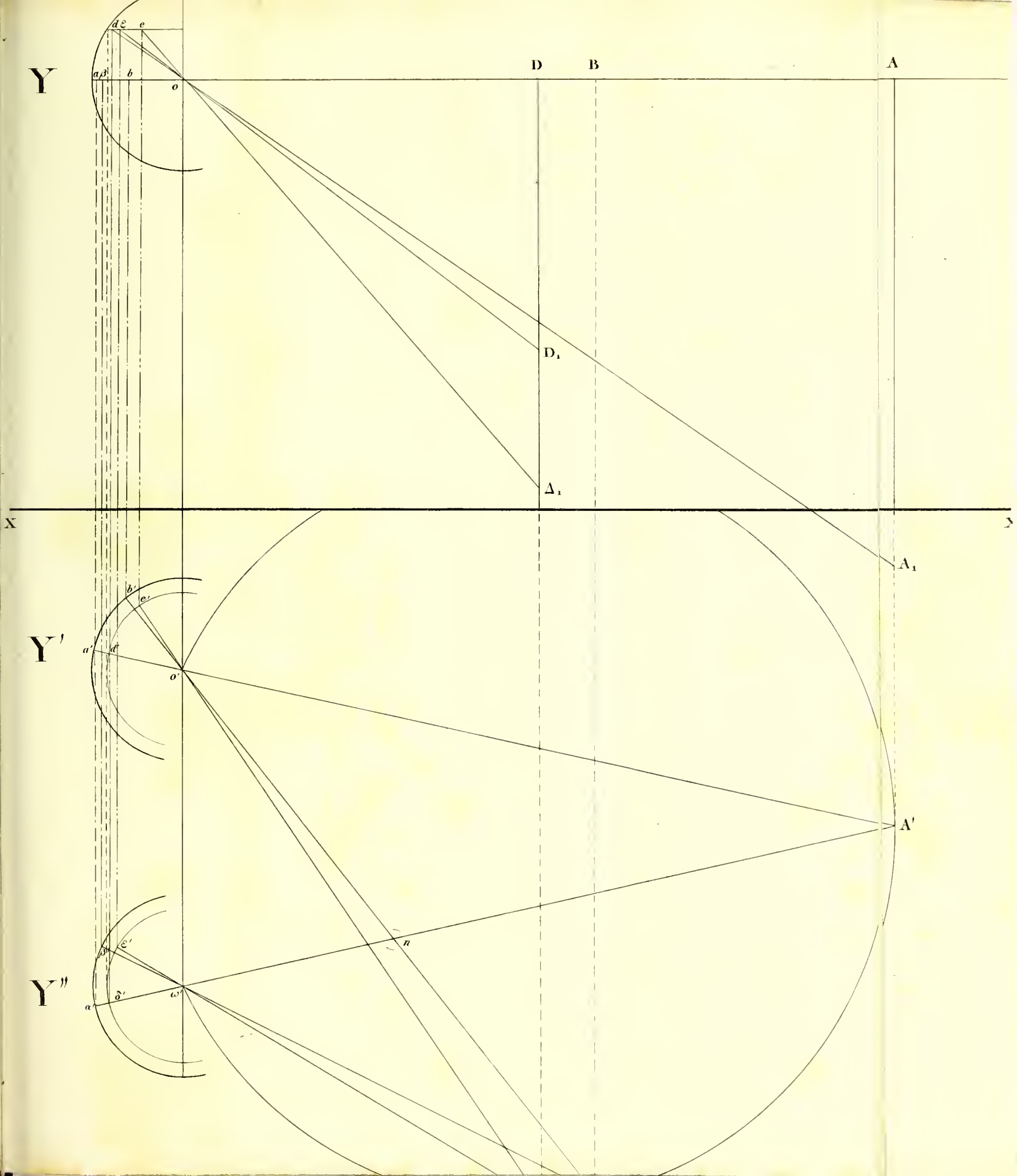


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.



Y
Y'
Y"
X
D
B
A
o
o'
ω'
D₁
Δ₁
A₁
A'
n

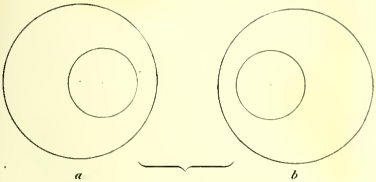


Fig. 1

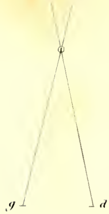


Fig. 2

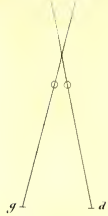


Fig. 3



Fig. 4

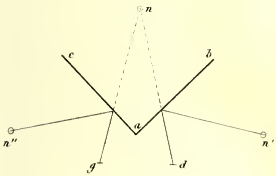


Fig. 5

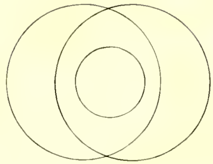


Fig. 6

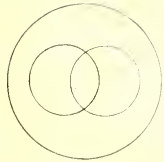


Fig. 7

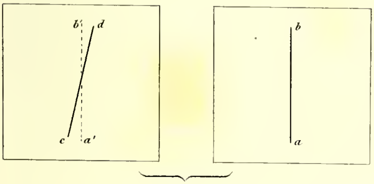


Fig. 8

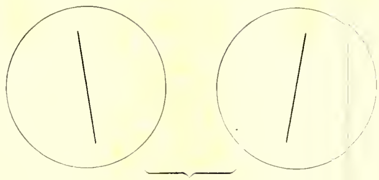


Fig. 11

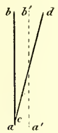


Fig. 9

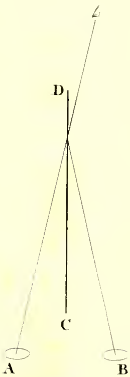


Fig. 12

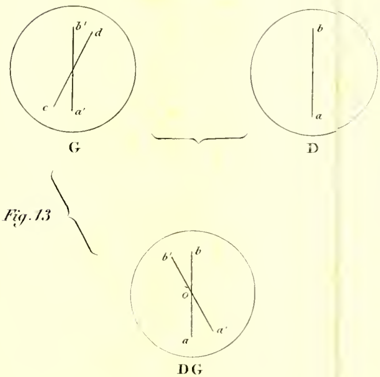


Fig. 13



Fig. 10